



HAL
open science

Epidémiologie de l'infestation par strongyloïdes papillosus chez la chèvre laitière adulte

Marine Piriou

► **To cite this version:**

Marine Piriou. Epidémiologie de l'infestation par strongyloïdes papillosus chez la chèvre laitière adulte. Sciences du Vivant [q-bio]. 2024. dumas-04900934

HAL Id: dumas-04900934

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04900934v1>

Submitted on 20 Jan 2025

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ANNÉE 2024 – Thèse n°123

**ÉPIDÉMIOLOGIE DE L'INFESTATION PAR
STRONGYLOÏDES PAPILLOSUS
CHEZ LA CHÈVRE LAITIÈRE ADULTE**

THÈSE

pour l'obtention du diplôme d'Etat de

DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

présentée et soutenue publiquement devant

l'UFR de Médecine de l'Université de Nantes

le 14 novembre 2024

Par

Marine PIRIOU

Sous la direction de

Suzanne CLERGUE

Président du jury : Monsieur Alain CHAUVIN, Professeur à ONIRIS

Membres du jury : Madame Suzanne CLERGUE, Praticienne hospitalière à ONIRIS

Madame Anne RELUN, Maître de conférences à ONIRIS

Membres invités : Monsieur Benoît FORESTIER, Vétérinaire praticien à Meveto, à Chiché

Madame Carine PARAUD, Vétérinaire chercheur à l'ANSES de Niort

Liste des membres du corps enseignant



Département BPSA Biologie, Pathologie et Sciences de l'Aliment		
Responsable : Emmanuel JAFFRES – Adjointe : Frédérique NGUYEN		
Pharmacologie et Toxicologie	Jean-Claude DESFONTIS (Pr) Yassine MALLEM (Pr) Hervé POULIQUEN (Pr)	Antoine ROSTANG (MC) Meg-Anne MORICEAU (MC Stagiaire) Martine KAMMERER (Pr émérite) Marc GOGNY (Pr émérite)
Physiologie fonctionnelle, cellulaire et moléculaire	Jean-Marie BACH (Pr) Lionel MARTIGNAT (Pr)	Julie HERVE (Pr) Grégoire MIGNOT (MC)
Histologie et anatomie pathologique	Marie-Anne COLLE (Pr) Jérôme ABADIE (MC) Florian CHOCTEAU (MC stagiaire)	Laetitia JAILLARDON (MC) Frédérique NGUYEN (MC) Pierre CORDIER (CERC)
Biochimie alimentaire industrielle	Carole PROST (Pr) Joëlle GRUA (MC)	Clément CATANEO (MC) Alix KHALIL (MC) Laurent LE THUAUT (MC)
Microbiotech	Hervé PREVOST (Pr) Géraldine BOUE (MC) Nabila HADDAD (MC HDR) Emmanuel JAFFRES (MC HDR)	Mathilde MOSSER (MC) Boris MISERY (MC) Raouf TAREB (MC) Judith LORANT (MC stagiaire)
PACENV = VET1	Eléonore BOUGUYON (PRAG) Nicolas BROSSAUD (PRAG)	Charlotte MOCQUARD (PRAG) Aurore CALVEL (PRAG)
Département SAESP Santé des Animaux d'Élevage et Santé Publique		
Responsable : Raphaël GUATTEO – Adjoint : Jean-Michel CAPPELIER		
Élevage, nutrition et santé des animaux domestiques	Nathalie BAREILLE (Pr) François BEAUDEAU (Pr) Christine FOURICHON (Pr)	Juan Manuel ARIZA CHACON (MC) Ségolène CALVEZ (Pr) Aurélien MADOUASSE (MC HDR) Nora NAVARRO-GONZALES (MC)
Infectiologie	Alain CHAUVIN (Pr) Emmanuelle MOREAU (Pr) Nathalie RUVOEN-CLOUET (Pr) Pauline MAISONNASSE (CERC)	Albert AGOULON (MC) Suzanne BASTIAN (MC HDR) Léa LOISEL (AERC) Kenny OBERLE (MC) Nadine RAVINET (MC)
Médecine des animaux d'élevage	Catherine BELLOC (Pr) Raphaël GUATTEO (Pr) Anne RELUN (MC) Aurore BOISHARDY (CERC)	Sébastien ASSIE (MC) Isabelle BREYTON (MC) Mily LEBLANC MARIDOR (MC) Maud ROUAULT (AERC)
Hygiène et qualité des aliments	Jean-Michel CAPPELIER (Pr) Louis DELAUNAY (MC) Bruno LE BIZEC (Pr)	Sofia STRUBBIA (MC) Marie-France PILET (Pr)

Département DSC Sciences cliniques		
Responsable : Olivier GAUTHIER – Adjoint : Marion FUSELLIER		
Anatomie comparée	Eric BETTI (MC) Claude GUINTARD (MC)	
Pathologie chirurgicale et anesthésiologie	Eric AGUADO (Pr) Olivier GAUTHIER (Pr) Eric GOYENVALLE (Pr)	Pierre MAITRE (MC) Caroline TESSIER (MC) Claire DEFOURMSTRAUX (MC)
Dermatologie, parasitologie des carnivores et des équidés, mycologie	Jacques GUILLOT (Pr) Emmanuel BENSIGNOR (Pr Ass) Vincent BRUET (MC)	Sabrina VIEU (AERC) Maria Dolores SANCHEZ (CERC)
Médecine interne, imagerie médicale et législation professionnelle vétérinaire	Anne COUROUCE (Pr) Jack-Yves DESCHAMPS (Pr) Françoise ROUX (Pr) Juan HERNANDEZ-RODRIGUEZ (Pr Ass) Nora BOUHSINA (MC)	Nicolas CHOUIN (MC) Amandine DRUT (MC) Marion FUSELLIER-TESSON (Pr) Catherine IBISCH (MC HDR) Aurélia LEROUX (MC) Odile SENECAT (MC)
Biotechnologies et pathologie de la reproduction	Jean-François BRUYAS (Pr) François FIENI (Pr)	Djemil BENCHARIF (Pr) Lamia BRIAND (Pr)
Département GPA Génie des procédés alimentaires		
Responsable : Vanessa JURY – Adjointe : Cyril TOUBLANC		
Lionel BOILLEREAUX (Pr) Sébastien CURET-PLOQUIN (Pr) Marie DE LAMBALLERIE (Pr) Francine FAYOLLE (Pr) Michel HAVET (Pr)	Alain LEBAIL (Pr) Olivier ROUAUD (Pr) Kévin CROUVISIER-URION (MC) Vanessa JURY (Pr) Emilie KORBEL (MC)	Jean-Yves MONTEAU (MC HDR) Eve-Anne NORWOOD (MC) Raphaël PORYLES (MC) Laurence POTTIER (MC) Cyril TOUBLANC (MC)
PAC-ING	Cyril Gaillard (PCEA)	
Département MSC Management, statistiques et communication		
Responsable : Jean-Michel GALIHARRET – Adjointe : Sibylle DUCHAINE		
Mathématiques, statistiques, informatique	Chantal THORIN (Pr Ag) Evelyne VIGNEAU (Pr) Jean-Michel GALIHARRET (MC)	Véronique CARIOU (Pr) Benjamin MAHIEU (MC) Michel SEMENOU (MC)
Economie, gestion, législation	Jean-Marc FERRANDI (Pr) Pascal BARILLOT (MC) Ibrahima BARRY (MC) Florence BEAUGRAND (MC) Franck INSGNARES (IE)	Sibylle DUCHAINE (MC) Sonia MAHJOUB (MC) Samira ROUSSELIERE (MC) Christophe PAPINEAU (Ens. Cont.)
Langues et communication	Marc BRIDOU (PLPA) David GUYLER (Ens. Cont.) Nathalie GOODENOUGH (PCEA) Patricia JOSSE (Ens. Cont.)	Shaun MEEHAN (Ens. Cont.) Linda MORRIS (PCEA) Ian NICHOLSON (ENS. Cont.)

Formations Techniciens supérieurs	
Responsable : Laurence FRERET	
	Laurence FRERET (PCEA) Françoise BRICHET (IAE) Christophe CARON (PLPA) Virginie MAGIN (Ens.cont.)

Pr Ag : Professeur Agrégé, Pr : Professeur, MC : Maître de Conférence, MCC : MC contractuel,
 PLPA : Professeur Lycée Professionnel Agricole, PCEA : Professeur Certifié Enseignement Agricole,
 HDR : Habilité à Diriger des Recherches, CERC : Chargé d'Enseignement et de Recherche Contractuel, Ens.
 Cont. : Enseignant Contractuel

Protection des droits d'auteur et plagiat

Les photographies et schémas contenus dans cette étude sont soumis à droits d'auteur. La reproduction d'extraits est autorisée avec mention de la source. Toute reproduction partielle doit être fidèle au texte utilisé. Cette thèse devra être citée comme suit :

PIRIOU M. (2024). Epidémiologie de l'infestation par *Strongyloïdes papillosus* chez la chèvre laitière adulte. Thèse de doctorat vétérinaire, Faculté de Médecine de Nantes. Oniris : Ecole Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de l'Alimentation Nantes Atlantique, 140 pages.

Le défaut de citation est considéré comme du plagiat. Ce dernier est puni par la loi française et passible de sanctions allant jusqu'à 3 ans d'emprisonnement et 300 000 € d'amende.

Préambule

Officiellement, Madame Nadine Ravinet, maître de conférences à ONIRIS, est ma directrice de thèse. Cependant, ce rôle a été en majorité endossé par Madame Carine Paraud, Vétérinaire chercheur à l'ANSES Laboratoire de Niort. En effet, la partie expérimentale de ce travail a été imaginée, développée et supervisée par Madame Carine Paraud en concertation avec Monsieur Benoît Forestier, vétérinaire praticien au cabinet vétérinaire Meveto, à Chiché. Madame Nadine Ravinet est intervenue ponctuellement pour discuter des résultats obtenus, de leur traitement statistique et de leur devenir. Madame Nadine Ravinet n'étant pas disponible à la fin de ce travail, Madame Suzanne Clergue, praticienne hospitalière à Oniris, a pris son relai. Elle a été d'une aide précieuse pour la relecture de ce manuscrit, pour toutes les démarches de fin de thèse ainsi que pour la soutenance.

Remerciements

A Monsieur Alain Chauvin,
Professeur à ONIRIS,
Pour m’avoir fait l’honneur de présider mon jury de thèse,
Sincères remerciements

A Madame Anne Relun,
Maître de conférences à ONIRIS,
Pour m’avoir fait l’honneur de faire partie de mon jury de thèse,
Sincères remerciements

A Madame Carine Paraud,
Vétérinaire chercheur à l’ANSES Laboratoire de Niort,
Pour m’avoir proposé de travailler sur ce sujet et m’avoir fait l’honneur de superviser ce travail,
Sincères remerciements

A Monsieur Benoît Forestier,
Vétérinaire praticien au cabinet Meveto, à Chiché
Pour m’avoir proposé de travailler sur ce sujet, pour son encadrement, ses conseils, sa disponibilité et son appui auprès des éleveurs,
Sincères remerciements

A Madame Nadine Ravinet,
Maître de conférences à ONIRIS,
Pour son accompagnement, son point de vue éclairé et ses conseils,
Sincères remerciements

A Madame Suzanne Clergue,
Praticienne hospitalière à ONIRIS,
Pour avoir accepté de prendre le relai de Mme Nadine Ravinet en tant que directrice de thèse à l’école, son accompagnement, sa relecture et ses conseils,
Sincères remerciements

A Madame Isabelle Bremaud,
Technicienne au service de parasitologie de l'ANSES Laboratoire de Niort,
Pour les 1394 coproscopies, sa bonne humeur à toute épreuve et ses chansons fredonnées
Sincères remerciements

A Monsieur Christian Baudry,
Statisticien à l'ANSES Laboratoire de Niort,
Pour l'accompagnement en traitement statistique des données et ses conseils,
Sincères remerciements

Aux éleveurs,
Pour leur disponibilité, leur accueil, leur gentillesse et leur implication dans ce projet et sans
qui tout cela n'aurait pas été possible,
Sincères remerciements

A toute l'équipe de la clinique vétérinaire Meveto, à Chiché,
Pour votre accueil, votre bonne humeur, votre gentillesse et vos conseils,
Sincères remerciements

A toute l'équipe de l'ANSES Laboratoire de Niort,
Pour votre accueil et votre gentillesse,
Sincères remerciements

A ma Famille et mes Amis qui m'ont toujours soutenue et supportée,
Pour avoir cru en moi et m'avoir accompagné jusqu'ici,
Merci du fond du cœur ...

Table des matières

Liste des membres du corps enseignant	2
Protection des droits d'auteur et plagiat	5
Préambule	6
Remerciements	7
Table des matières	9
Table des annexes	14
Table des figures	15
Table des tableaux	18
Liste des abréviations et sigles	21
Introduction	22
Partie 1 : Etude bibliographique de <i>Strongyloïdes spp.</i> chez les ruminants	23
I. Généralités à propos de <i>Strongyloïdes spp.</i>	23
II. Généralités à propos de <i>Strongyloïdes papillosus</i>	23
1. Biologie de <i>Strongyloïdes papillosus</i>	23
a) Cycle de vie	23
b) Modalités d'infestation de l'hôte	24
c) Développement larvaire	26
d) Anatomie de <i>Strongyloïdes papillosus</i>	26
2. Spécificité d'hôte	27
II. Transmission et biologie de <i>Strongyloïdes papillosus</i> chez l'hôte	28
1. Bovins	28
2. Ovins	28
3. Caprins	29
4. Conclusion sur la transmission et la biologie de <i>Strongyloïdes papillosus</i> chez les ruminants	30
III. Prévalence	30
1. Bovins	31
2. Ovins	32
3. Caprins	32
IV. Pathogénie et signes cliniques chez l'hôte	34
1. Bovins	34

a)	Tableau clinique peu spécifique	34
b)	Morts subites.....	34
c)	Histopathologie.....	37
d)	Synthèse des signes cliniques et de la pathogénie de <i>Strongyloïdes papillosus</i> chez les bovins	38
2.	Ovins	38
a)	Tableau clinique peu spécifique	38
b)	Morts subites.....	41
c)	Histopathologie.....	43
d)	Synthèse des signes cliniques et de la pathogénie de <i>Strongyloïdes papillosus</i> chez les ovins	45
3.	Caprins	45
a)	Tableau clinique	45
b)	Pathogénie	47
i.	Foie et vésicule biliaire.....	48
ii.	Tube digestif.....	48
iii.	Système lymphatique	49
iv.	Reins.....	49
v.	Poumons	49
vi.	Cœur.....	49
vii.	Muscles squelettiques.....	50
viii.	Système nerveux.....	50
ix.	Système cutané.....	50
c)	Histopathologie.....	50
i.	Intestin grêle	50
ii.	Système nerveux.....	51
iii.	Système cutané.....	51
d)	Synthèse des signes cliniques et de la pathogénie de <i>Strongyloïdes papillosus</i> chez les caprins	52
V.	Diagnostic	53
VI.	Traitement.....	56
1.	Ruminants.....	56
a)	Traitements anthelminthiques adulticides	56
b)	Traitements anthelminthiques larvicides	56
c)	Complément aux traitements anthelminthiques	57

2.	Caprins	58
a)	Traitements anthelminthiques avec Autorisation de Mise sur le Marché chez les caprins	58
b)	Traitements anthelminthiques adulticides rapportés dans la littérature.....	59
VII.	Prévention	60
VIII.	Bilan	61
	Partie 2 : Etude expérimentale.....	62
I.	Objet de l'étude	62
1.	Analyse du problème.....	62
2.	Questions de recherche et objectifs du travail.....	62
II.	Matériel et méthode	63
1.	Pré-recrutement	63
2.	Recrutement des élevages	63
3.	Engagement des éleveurs	64
4.	Détermination du nombre d'animaux à prélever.....	64
5.	Visites d'élevage	65
a)	Questionnaire éleveur sur les pratiques d'élevage et les différents lots	66
b)	Tirage au sort des chèvres à prélever.....	66
c)	Pose des colliers.....	67
d)	Prélèvements de matière fécale chez les chèvres	67
e)	Note d'état corporel	67
f)	Relevé de la température de la litière	67
g)	Données du contrôle laitier	68
6.	Gestion des prélèvements.....	68
7.	Réalisation des coproscopies.....	68
8.	Définition des variables.....	70
a)	Excrétion fécale d'œufs de <i>Strongyloides papillosus</i>	70
b)	Note d'état corporel	70
c)	Consistance des matières fécales	70
d)	Type de lactation	71
e)	Niveau de production laitière	71
f)	Parité.....	71
g)	Rang de lactation	71
9.	Traitements statistiques	72

III. Résultats.....	73
1. Pré-recrutement	73
2. Recrutement	73
3. Caractéristiques des élevages	74
4. Excrétion et cinétique d'excrétion d'œufs de <i>Strongyloïdes papillosus</i> à l'échelle des élevages.....	76
a) Elevage 1	76
b) Elevage 2	77
i. Premier traitement antiparasitaire.....	79
ii. Deuxième traitement antiparasitaire.....	80
c) Elevage 3	80
d) Elevage 4	82
i. Cure de complément alimentaire.....	84
e) Elevage 5	85
i. Traitement antiparasitaire.....	87
f) Elevage 6	87
g) Analogie de la cinétique d'excrétion fécale d'œufs de <i>Strongyloïdes papillosus</i>	89
h) Nombre de caprins morts ou réformés en cours d'étude.....	89
5. Résultats des relevés de température de litière.....	90
6. Cinétique d'excrétion fécale individuelle d'œufs de <i>Strongyloïdes papillosus</i> .	91
a) Catégorisation de l'excrétion fécale d'œufs de <i>Strongyloïdes papillosus</i> par gramme de fèces	92
b) Autres seuils d'excrétion fécale d'œufs de <i>Strongyloïdes papillosus</i>	94
7. Facteurs associés à l'excrétion fécale de <i>Strongyloïdes papillosus</i>	95
a) Association entre l'excrétion fécale d'œufs de <i>Strongyloïdes papillosus</i> et l'élevage.....	97
b) Association entre l'excrétion fécale d'œufs de <i>Strongyloïdes papillosus</i> et la race	98
c) Association entre l'excrétion fécale d'œufs de <i>Strongyloïdes papillosus</i> et la note d'état corporel	100
d) Association entre l'excrétion fécale d'œufs de <i>Strongyloïdes papillosus</i> et la consistance des matières fécales	101
e) Association entre l'excrétion fécale d'œufs de <i>Strongyloïdes papillosus</i> et la parité	102

f)	Association entre l'excrétion fécale d'œufs de <i>Strongyloïdes papillosus</i> et le type de lactation	103
g)	Association entre l'excrétion fécale d'œufs de <i>Strongyloïdes papillosus</i> et le niveau de production laitière journalière	104
h)	Association entre l'excrétion fécale d'œufs de <i>Strongyloïdes papillosus</i> et le rang de lactation.....	105
i)	Association entre l'excrétion fécale de <i>Strongyloïdes papillosus</i> et le stade de lactation.....	106
j)	Synthèse des facteurs associés à l'excrétion fécale de <i>Strongyloïdes papillosus</i>	106
IX.	Discussion.....	107
1.	Synthèse des résultats et interprétation	107
a)	Prévalence de <i>Strongyloïdes papillosus</i>	107
b)	Cinétique d'excrétion individuelle d'œufs de <i>Strongyloïdes papillosus</i> et seuils	108
c)	Facteurs associés à l'excrétion fécale d'œufs de <i>Strongyloïdes papillosus</i> ..	109
2.	Limites de l'étude.....	110
a)	Table d'échantillonnage et prévalence	110
b)	Réallotement.....	113
c)	Taux de renouvellement	114
d)	Notation de la note d'état corporel	114
e)	Diagnostic coproscopique.....	115
f)	Mise en place d'un traitement antiparasitaire.....	115
g)	Excrétion fécale d'œufs de <i>Strongyloïdes papillosus</i> chez les chevrettes....	116
3.	Généralisation.....	118
4.	Perspectives	119
a)	Perspectives de terrain	119
b)	Perspectives de recherche	119
	Conclusion.....	120
	Bibliographie.....	121
	Annexes.....	128

Table des annexes

Annexe 1 : Document d'engagement contractuel signé par l'éleveur ainsi que par un représentant de l'ANSES Laboratoire de Niort.....	128
Annexe 2 : Document pour renseignement des pratiques d'élevage ; page 1.	129
Annexe 3 : Document pour renseignement des pratiques d'élevage ; page 2.	130
Annexe 4 : Document pour renseignement de la gestion des lots ; page 1.....	131
Annexe 5 : Document pour renseignement de la gestion des lots ; page 2.....	132
Annexe 6 : Document pour renseignement de la gestion des lots ; page 3.....	133
Annexe 7 : Document pour renseignement individuel des caprins prélevés.....	134
Annexe 8 : Résultats d'excrétion fécale d'œufs de <i>Strongyloïdes papillosus</i> pré et post-traitement du 17/01/2024, élevage 2.	135
Annexe 9 : Résultats d'excrétion fécale d'œufs de <i>Strongyloïdes papillosus</i> pré et post-traitement du 14/02/2024, élevage 2.	136
Annexe 10 : Résultats d'excrétion fécale d'œufs de <i>Strongyloïdes papillosus</i> pré et post-cure de complément alimentaire, élevage 4.	137
Annexe 11 : Résultats d'excrétion fécale d'œufs de <i>Strongyloïdes papillosus</i> par coproscopie de mélange, pré et post traitement antiparasitaire du 20/12/2023, élevage 5.....	138

Table des figures

Figure 1 : Cycle de vie de <i>Strongyloïdes papillosus</i> (Eberhardt, Mayer, Streit 2007).....	24
Figure 2 : Contamination par <i>Strongyloïdes spp.</i> par voie percutanée et/ou par voie per os par les larves L3 de l'environnement chez le veau (Alzieu, Dorchies 2015).....	25
Figure 3 : Images d'adultes libres femelles (B, E et H), mâles (C, F et I) et de larves L3 infestantes de <i>Strongyloïdes spp.</i> (D, G et J) en microscopie optique. (H) vulve ; (I) appareil copulatoire mâle ; (J) extrémité antérieure d'une larve infestante L3 (Eberhardt, Mayer, Streit 2007).....	27
Figure 4 : Photographies des mamelles des génisses de la ferme A ; (A) Glande mammaire d'une génisse de 4 mois d'aspect normal ; (B) Glande mammaire hypertrophiée d'une génisse de 4 mois présentant par ailleurs une forte excrétion de <i>Strongyloïdes spp.</i> ; (C) Glande mammaire d'une génisse de 4 mois deux semaines après traitement anthelminthique avec une excrétion fécale nulle d'œufs de <i>Strongyloïdes spp.</i> (Pinn et al. 2021).	37
Figure 5 : Exemple de cinétique d'excrétion fécale de <i>Strongyloïdes spp.</i> sur un même lot de 5 veaux analysés en coproscopie de mélange par flottaison au sel, d'après le LVD 09 (Alzieu et al. 2015).....	53
Figure 6 : Œuf de <i>Strongyloïdes papillosus</i> en microscopie optique à l'objectif 40 (Alzieu, Dorchies 2015).	55
Figure 7 : Frise chronologique reprenant les différentes visites du protocole expérimental. ..	66
Figure 8 : Schéma des localisations des prises de températures sur aire paillée (Guerin 2017).	68
Figure 9 : Dispersion de l'excrétion fécale d'œufs de <i>Strongyloïdes papillosus</i> de l'élevage 1 pour les quatre visites. Les valeurs hors normes sont exclues de ce graphique (valeurs maximales) pour plus de clarté sur le graphique. (Légende : bas de la boîte à moustache correspondant au premier quartile ; milieu de la boîte à moustache correspondant à la médiane ; haut de la boîte à moustache correspondant au troisième quartile ; moustache inférieure correspondant à la valeur minimale ; moustache supérieure correspondant à la valeur maximale (or valeur hors norme) ; croix correspondant à la moyenne).	77
Figure 10 : Dispersion de l'excrétion fécale d'œufs de <i>Strongyloïdes papillosus</i> de l'élevage 2 pour les quatre visites. Les valeurs hors normes sont exclues de ce graphique (valeurs maximales) pour plus de clarté sur le graphique. (Légende : bas de la boîte à moustache correspondant au premier quartile ; milieu de la boîte à moustache correspondant à la médiane ; haut de la boîte à moustache correspondant au troisième quartile ; moustache inférieure correspondant à la valeur minimale ; moustache supérieure correspondant à la valeur maximale (or valeur hors norme) ; croix correspondant à la moyenne).	79
Figure 11 : Dispersion de l'excrétion fécale d'œufs de <i>Strongyloïdes papillosus</i> de l'élevage 3 pour les quatre visites. Les valeurs hors normes sont exclues de ce graphique (valeurs maximales) pour plus de clarté sur le graphique. (Légende : bas de la boîte à moustache	

correspondant au premier quartile ; milieu de la boîte à moustache correspondant à la médiane ; haut de la boîte à moustache correspondant au troisième quartile ; moustache inférieure correspondant à la valeur minimale ; moustache supérieure correspondant à la valeur maximale (ou valeur hors norme) ; croix correspondant à la moyenne). 82

Figure 12 : Dispersion de l'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus* de l'élevage 4 pour les quatre visites. Les valeurs hors normes sont exclues de ce graphique (valeurs maximales) pour plus de clarté sur le graphique. (Légende : bas de la boîte à moustache correspondant au premier quartile ; milieu de la boîte à moustache correspondant à la médiane ; haut de la boîte à moustache correspondant au troisième quartile ; moustache inférieure correspondant à la valeur minimale ; moustache supérieure correspondant à la valeur maximale (ou valeur hors norme) ; croix correspondant à la moyenne). 84

Figure 13 : Dispersion de l'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus* de l'élevage 5 pour les quatre visites. Les valeurs hors normes sont exclues de ce graphique (valeurs maximales) pour plus de clarté sur le graphique. (Légende : bas de la boîte à moustache correspondant au premier quartile ; milieu de la boîte à moustache correspondant à la médiane ; haut de la boîte à moustache correspondant au troisième quartile ; moustache inférieure correspondant à la valeur minimale ; moustache supérieure correspondant à la valeur maximale (ou valeur hors norme) ; croix correspondant à la moyenne). 86

Figure 14 : Dispersion de l'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus* de l'élevage 6 pour les quatre visites. Les valeurs hors normes sont exclues de ce graphique (valeurs maximales) pour plus de clarté sur le graphique. (Légende : bas de la boîte à moustache correspondant au premier quartile ; milieu de la boîte à moustache correspondant à la médiane ; haut de la boîte à moustache correspondant au troisième quartile ; moustache inférieure correspondant à la valeur minimale ; moustache supérieure correspondant à la valeur maximale (ou valeur hors norme) ; croix correspondant à la moyenne). 88

Figure 15 : Médianes et cinétique d'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus* lors des 4 visites pour les 6 élevages. Traitement anthelminthique avant la visite 3 pour l'élevage 5 et avant la visite 4 pour l'élevage 2. 89

Figure 16 : Excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus* de toutes les chèvres prélevées au cours des 4 visites. En abscisse : les 4 visites réalisées. En ordonnées : valeurs d'excrétion fécale d'œufs de *S. papillosus* en opg. Exclusion de la valeur d'excrétion fécale d'œufs de *S. papillosus* de 18050 en visite 3. 92

Figure 17 : Résultats du test de Kruskal-Wallis concernant la moyenne d'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus* et l'élevage. 97

Figure 18 : Résultats du test de Mann-Whitney concernant la moyenne d'excrétion fécale de *Strongyloïdes papillosus* et la race, pour tous les élevages. 98

Figure 19 : Résultats du test de Mann-Whitney concernant la moyenne d'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus* et la race, sans les chèvres de l'élevage 2. 99

Figure 20 : Résultats du test de Mann-Whitney concernant la moyenne d'excrétion fécale de *Strongyloïdes papillosus* et la note d'état corporel. 100

Figure 21 : Résultats du test de Kruskal-Wallis concernant la moyenne d'excrétion fécale d'œufs de <i>Strongyloïdes papillosus</i> et le nombre d'occurrence de matière fécale de consistance humide.	101
Figure 22 : Résultats du test de Mann-Whitney concernant la moyenne d'excrétion fécale de <i>Strongyloïdes papillosus</i> et de la parité.	102
Figure 23 : Résultats du test de Mann-Whitney concernant la moyenne d'excrétion fécale de <i>Strongyloïdes papillosus</i> et du type de lactation.	103
Figure 24 : Résultats du test de Mann-Whitney concernant la moyenne d'excrétion fécale de <i>Strongyloïdes papillosus</i> et le niveau de production laitière journalière.	104
Figure 25 : Résultats du test de Kruskal-Wallis concernant la moyenne d'excrétion fécale de <i>Strongyloïdes papillosus</i> et le rang de lactation.	105
Figure 26 : Excrétion fécale d'œufs de <i>Strongyloïdes papillosus</i> au cours de l'étude (3 ou 4 visites) en fonction de différents seuils d'excrétion.	108

Table des tableaux

Tableau I : Synthèse bibliographique des données de prévalence de <i>Strongyloïdes papillosus</i> chez les caprins (CP : caprin ; IG : intestin grêle ; GI : gros intestin ; opg : œufs par gramme).	33
Tableau II : Résultats des autopsies réalisées sur 10 veaux morts par morts subites dans 3 élevages différents. (Légende : Sp = <i>Strongyloïdes papillosus</i>) (Taira, Ura 1991).	35
Tableau III : Résultats des autopsies réalisées sur 3 veaux euthanasiés et 10 veaux morts par morts subites, après infestation expérimentale par voie percutanée par <i>Strongyloïdes papillosus</i> (Légende : E = euthanasie ; MS = mort subite ; opg = œuf par gramme) (Taira et al. 1992)..	36
Tableau IV : Résultats cliniques de l'infestation expérimentale par voie percutanée par <i>Strongyloïdes papillosus</i> chez des ovins (Turner 1959).....	39
Tableau V : Dose infestante de larves de <i>Strongyloïdes papillosus</i> pour chaque animal exposé et nombre d'adultes retrouvés lors de l'autopsie (Turner 1959).	40
Tableau VI : Protocole expérimental d'infestation percutanée par <i>Strongyloïdes papillosus</i> chez des agneaux (Turner, Shalkop, Wilson 1960).	41
Tableau VII : Résultats de l'infestation par des larves infestantes ou directement par des adultes de <i>Strongyloïdes papillosus</i> chez des agneaux (Légende : sc = signes cliniques ; bpm = battements par minute ; Sp = <i>Strongyloïdes papillosus</i> ; FC = fréquence cardiaque) (Nakamura et al. 1994).....	42
Tableau VIII : Résultats de l'infestation expérimentale par des larves infestantes de <i>Strongyloïdes papillosus</i> chez des agneaux, études des signes cardiaques (Légende : PV = poids vif ; SC = sous-cutanée ; FC = fréquence cardiaque ; bpm = battements par minute) (Nakamura, Ooba, Hirose 1998).	43
Tableau IX : Résultats cliniques de l'infestation expérimentale par voie percutanée par <i>Strongyloïdes papillosus</i> chez des caprins (Légende : opg = œufs par gramme) (Turner 1959).	46
Tableau X : Synthèse de la composition et du protocole expérimental d'infestation de larves de <i>Strongyloïdes papillosus</i> , par voie percutanée sur 89 chèvres (Pienaar et al. 1999).....	47
Tableau XI : Incidence des lésions mises en évidence chez les chèvres infestées expérimentalement par <i>Strongyloïdes papillosus</i> et autopsiées (Pienaar et al. 1999).....	48
Tableau XII : Exemple de comparaison "en doublon" des résultats obtenus pour le dénombrement d'œufs de <i>Strongyloïdes spp.</i> en flottation au sel et au sulfate de zinc (méthode de Mac-Master) par deux techniciens sur des échantillons identiques (Alzieu et al. 2011). ...	54
Tableau XIII : Antiparasitaires disponibles avec autorisation de mise sur le marché chez les caprins ; (légende : SGI = Strongles Gastro-Intestinaux ; DL = <i>Dicrocoelium lanceolatum</i> ; FH = <i>Fasciola hepatica</i> ; AMM = autorisation de mise sur le marché) (Rostang 2016).....	59

Tableau XIV : Table de détermination du nombre de sujets nécessaires en fonction de la prévalence attendue et de la précision relative souhaitée, dans une population "infinie" (taux de sondage <10%)(Toma et al. 2008).	65
Tableau XV : Table donnant le nombre de sujets nécessaires pour un échantillon correspondant à un taux de sondage supérieur à 10%, à partir du nombre n donné par le tableau IX pour un échantillon dans une population infinie (taux de sondage <10%) (Toma et al. 2008).....	65
Tableau XVI : Note d'état corporel au niveau du site lombaire attendue chez les caprins de races laitières en fonction de stade physiologique (Coutineau 1999).	70
Tableau XVII : Résultats des coproscopies de mélange par lot, pour 12 élevages caprins laitiers inclus dans le pré-recrutement, en nombre d'œufs de <i>Strongyloïdes papillosus</i> par gramme de fèces. Les élevages sont anonymisés par une lettre.....	73
Tableau XVIII : Attribution d'un numéro allant de 1 à 6 aux 6 élevages retenus pour l'expérimentation.	74
Tableau XIX : Caractéristiques des 6 élevages concernant la conduite des chèvres adultes (Légende : Cp = caprin ; j = jours ; kg = kilogramme ; m ² = mètre carré).....	75
Tableau XX : Résultats d'excrétion fécale d'œufs de <i>Strongyloïdes papillosus</i> , de notes d'état corporel et de consistances des matières fécales des chèvres de l'élevage 1, pour les quatre visites.....	76
Tableau XXI : Résultats d'excrétion fécale d'œufs de <i>Strongyloïdes papillosus</i> , de notes d'état corporel et de consistances des matières fécales des chèvres de l'élevage 2, pour les quatre visites. La visite 4 a lieu 69 jours après la mise en place d'un traitement à base d'éprinomectine.	78
Tableau XXII : Résultats d'excrétion fécale d'œufs de <i>Strongyloïdes papillosus</i> , de notes d'état corporel et de consistances des matières fécales des chèvres de l'élevage 3, pour les quatre visites.....	81
Tableau XXIII : Résultats d'excrétion fécale d'œufs de <i>Strongyloïdes papillosus</i> , de notes d'état corporel et de consistances des matières fécales des chèvres de l'élevage 4, pour les quatre visites.....	83
Tableau XXIV : Résultats d'excrétion fécale d'œufs de <i>Strongyloïdes papillosus</i> , de notes d'état corporel et de consistances des matières fécales des chèvres de l'élevage 5, pour les quatre visites. La visite 3 a lieu 36 jours et la visite 4 a lieu 127 jours post-traitement.....	86
Tableau XXV : Résultats d'excrétion fécale d'œufs de <i>Strongyloïdes papillosus</i> , de notes d'état corporel et de consistances des matières fécales des chèvres de l'élevage 6, pour les quatre visites.....	88
Tableau XXVI : Pourcentage de caprins morts ou réformés lors de cette étude pour les 6 élevages.	90
Tableau XXVII : Résultats des relevés de températures de litières pour chaque lot de caprins dans les 6 élevages, lors des quatre visites.....	91

Tableau XXVIII : Classement par catégorie d'excrétion fécale d'œufs de <i>Strongyloïdes papillosus</i> des chèvres ayant été prélevées à minima 3 fois, en excluant les résultats coproscopiques des chèvres ayant été traitées par de l'éprinomectine.	93
Tableau XXIX : Catégorisation de l'excrétion fécale d'œufs de <i>Strongyloïdes papillosus</i> en fonction du nombre de prélèvements effectués.	94
Tableau XXX : Résultats de la cinétique d'excrétion fécale d'œufs de <i>Strongyloïdes papillosus</i> en fonction de différents seuils d'excrétion.	94
Tableau XXXI : Seuils des catégories de production laitière journalière en kilogramme pour les 6 élevages.	95
Tableau XXXII : Caractéristiques descriptives de notre échantillon. Première colonne : description des variables (* Variable quantitative de type non Gaussienne décrit par la médiane (Q1-Q3) ; ** Variable qualitative décrit par l'effectif (pourcentage)). Deuxième colonne : moyenne d'excrétion fécale d'œufs de <i>Strongyloïdes papillosus</i> (opg) pour chaque catégorie. (N = 312 chèvres).	96
Tableau XXXIII : Synthèse des facteurs associés à l'excrétion fécale de <i>Strongyloïdes papillosus</i> dans cette étude.	106
Tableau XXXIV : Table d'estimation de fréquence. Nombre d'individus nécessaires pour estimer une fréquence selon la taille de la population (N), l'erreur relative acceptée ($\Delta f/f$) au risque alpha.	111
Tableau XXXV : Récapitulatif de l'échantillonnage selon les tables de Toma et al. (2008), selon la table d'estimation de fréquence, retenue dans cette étude et tenant compte des pertes d'informations.	111
Tableau XXXVI : Table d'estimation de fréquence, avec une fréquence à estimer de 67 %. Nombre d'individus nécessaires pour estimer une fréquence selon la taille de la population (N), l'erreur relative acceptée ($\Delta f/f$) au risque alpha.	112
Tableau XXXVII : Table de Canon et Roe. Nombre d'individus nécessaires pour détecter au moins un individu positif selon la taille de la population (N) et la fréquence dans la population (f) au risque alpha.	113
Tableau XXXVIII : Résultats de l'excrétion fécale d'œufs de <i>Strongyloïdes papillosus</i> chez les chevrettes dans les 6 élevages, pour les 4 visites.	118

Liste des abréviations et sigles

ADNr : Acide Désoxyribonucléique ribosomal
AMM : Autorisation de Mise sur le Marché
bpm : battement par minute
BPMC : o-sec-butylphenyl methylcarbamate
CAEV : Arthrite Encéphalite Virale Caprine
CL 50 : Concentration Léthale 50
CP : Caprin
DL : *Dicrocoelium lanceolatum*
FC : Fréquence Cardiaque
FH : *Fasciola hepatica*
GI : Gros Intestin
IG : Intestin Grêle
kg : kilogramme
MEP : dimethyl 4-nitro-m-tolylphosphorothionate
mg : milligramme
mL : millilitre
NEC : Note d'Etat Corporel
opg : œuf par gramme
PCP : pentachlorophenol
PCR : Polymerase Chain Protein
ppm : partie par million
PV : poids vif
Sp. : *Strongyloides papillosus*
sc : signes cliniques
SC : Sous-cutanée
SGI : Strongles Gastro-Intestinaux

Introduction

En 2023, la filière caprine laitière française regroupe 5280 exploitations possédant au moins 24 reproducteurs caprins lait. Cinquante pourcents de ces exploitations sont composées de 150 à 499 reproducteurs lait. Ces élevages sont répartis comme suit : la région dénombrant le plus d'exploitation est l'Auvergne-Rhône-Alpes avec 2182 exploitations pour une taille moyenne de 70 caprins, soit 16 % de l'effectif national de chèvres. En second, la région Nouvelle-Aquitaine dénombre 1566 exploitations pour une taille moyenne de 247 caprins, soit 33 % de l'effectif français (Maigret 2023).

Dans l'ouest de la France, la majorité des caprins sont élevés en bâtiment. Certains éleveurs pratiquent encore le pâturage par choix ou pour répondre aux attentes de certains labels. Les élevages en bâtiment ne sont pas soumis aux mêmes risques parasitaires que les élevages pâturant, cependant ils sont tout de même soumis à la problématique des « strongles de bergerie ». A l'heure actuelle, très peu de connaissances sont disponibles concernant l'infestation par *Strongyloïdes papillosus* chez les caprins. Il s'agit d'un nématode gastro-intestinal des ruminants (bovins, ovins et caprins). Chez les caprins, les notions d'infestation, de pouvoir pathogène, de diagnostic ou encore de gestion sont très peu documentées. Deux études menées en conditions d'infestation expérimentale sont disponibles chez les caprins, mais ces études sont relativement anciennes ((Turner 1959) ; (Pienaar et al. 1999)).

L'objectif principal de ce travail est de décrire la dynamique d'infestation par *Strongyloïdes papillosus* dans des troupeaux caprins laitiers. Pour répondre à cet objectif, une première partie de recherches bibliographiques permet de faire l'état des lieux des acquis chez les ruminants et notamment chez les caprins, ainsi que d'identifier les lacunes de la littérature publiées. Puis une seconde partie s'intéresse à l'expérimentation mise en place pour décrire l'infestation par *Strongyloïdes papillosus* dans des troupeaux caprins des Deux-Sèvres, dans lesquels la présence de *Strongyloïdes papillosus* a déjà été mise en évidence.

Partie 1 : Etude bibliographique de *Strongyloïdes spp.* chez les ruminants

I. Généralités à propos de *Strongyloïdes spp.*

Le genre *Strongyloïdes* appartient à la superfamille des Rhabditoida. Il rassemble environ une cinquantaine d'espèces, toutes ces espèces sont des parasites gastro-intestinaux obligatoires (Viney, Lok 2015). Ces parasites infectent les mammifères, les oiseaux, les reptiles ainsi que les amphibiens, sans oublier l'Homme ((Viney, Lok 2015) ; (Eberhardt et al. 2008)). *Strongyloïdes spp.* est un nématode gastro-intestinal préférentiellement présent dans l'intestin grêle et mesure de 3 à 8 millimètres. *Strongyloïdes spp.* parasite de nombreuses espèces dans le monde, et est en général spécifique d'un hôte. Ce parasite est capable d'infection à différents âges, les signes cliniques étant principalement présents chez les jeunes (Thamsborg et al. 2017).

II. Généralités à propos de *Strongyloïdes papillosus*

1. Biologie de *Strongyloïdes papillosus*

a) Cycle de vie

La strongyloïdose chez les ruminants (bovins, ovins et caprins) par *Strongyloïdes papillosus* est répandue à l'échelle mondiale (Thamsborg et al. 2017). *Strongyloïdes papillosus* peut également infester les léporidés. De plus, il est vraisemblable que *Strongyloïdes papillosus* puisse infester des hôtes non réceptifs par voie percutanée et débiter un cycle abortif pouvant ainsi engendrer une dermatite parasitaire chez l'Homme, par exemple (Dorchies 2010).

Le cycle de vie de *Strongyloïdes papillosus* est une alternance de générations de femelles parasites, vivant au sein d'un hôte, et d'adultes libres dans l'environnement (Figure 1). Ce cycle peut se dérouler très rapidement, en quatre jours (Alzieu et al. 2011). La femelle parasite se reproduit par parthénogénèse et produit des œufs larvés, larves L1, pouvant se développer en larves L3 infestantes (cycle homogonique) ou en adultes libres (cycle hétérogonique) (Nwaorgu 1983). Concernant la reproduction des adultes libres dans l'environnement, il a été mis en évidence la présence d'allèle provenant de la mère et d'allèle provenant du père dans le génotype de larves de *Strongyloïdes papillosus*. La reproduction des adultes libres dans l'environnement se déroule de manière sexuée (Eberhardt, Mayer, Streit 2007). En revanche, d'anciennes études basées sur la cytologie ont mis en évidence une reproduction clonale chez les adultes libres dans l'environnement ((Zaffagnini 1973) ; (Triantaphyllou, Moncol 1977)). Ainsi, comme le suggèrent certains auteurs, il ne peut être exclu que *Strongyloïdes papillosus*

se reproduise de manière sexuée ou clonale dans l'environnement, selon les circonstances (Eberhardt, Mayer, Streit 2007). La reproduction des adultes libres conduirait uniquement à des femelles (Viney, Lok 2015). Le cycle de *Strongyloides papillosus* est très complexe. Dans la littérature actuelle, il n'existe pas d'indication permettant de dire quelles modalités du cycle sont les plus pénalisantes en élevage. En effet, le cycle homogonique permet d'obtenir directement des larves L3 infestantes, prêtes à contaminer les animaux. Ce cycle est plus rapide. Le cycle hétérogonique permet quant à lui une contamination importante de l'environnement et aboutit également au stade infestant.

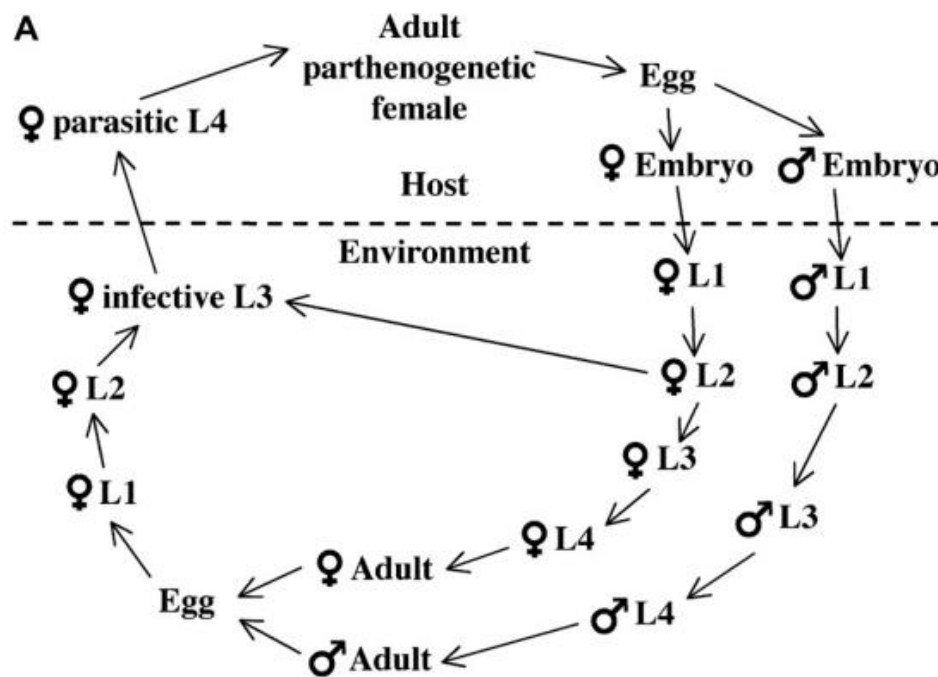


Figure 1 : Cycle de vie de *Strongyloides papillosus* (Eberhardt, Mayer, Streit 2007).

b) Modalités d'infestation de l'hôte

Le cycle de *Strongyloides papillosus* a été décrit chez les bovins, ovins et caprins. Ce cycle a été davantage étudié chez les bovins, c'est pour cette raison que le paragraphe suivant s'intéresse uniquement aux bovins. En revanche, les modalités de ce cycle ne sont pas fondamentalement différentes pour les ovins et les caprins.

Chez les bovins, la primo-infestation peut se dérouler selon deux voies. Par voie per os, les larves pénètrent par voie perlinguale après ingestion, notamment via le colostrum. Par voie percutanée, les larves pénètrent la peau au niveau de follicules pilosébacés, en sécrétant des enzymes comme la hyaluronidase, les collagénases, etc. (Figure 2). Quelle que soit la voie de

contamination, les larves migrent par voie lymphatique puis par voie sanguine, et arrivent ainsi au cœur droit. Une fois au niveau du cœur droit, elles sont transportées jusqu'aux poumons entre 12 heures et 3 jours. Dans les poumons, les larves passent par les voies aérifères pour remonter jusqu'au pharynx, où elles sont dégluties (Alzieu, Dorchies 2015). Les larves migrent ainsi jusqu'à l'intestin grêle en environ 3 jours et demi. Les mues successives ont lieu au cours de ces migrations (Dorchies 2010). La contamination par le colostrum via une pénétration perlinguale permettrait d'obtenir directement des adultes dans l'intestin grêle, et ainsi une excrétion d'œufs dans les matières fécales serait possible dès 4 à 5 jours d'âge du veau (Alzieu et al. 2015).

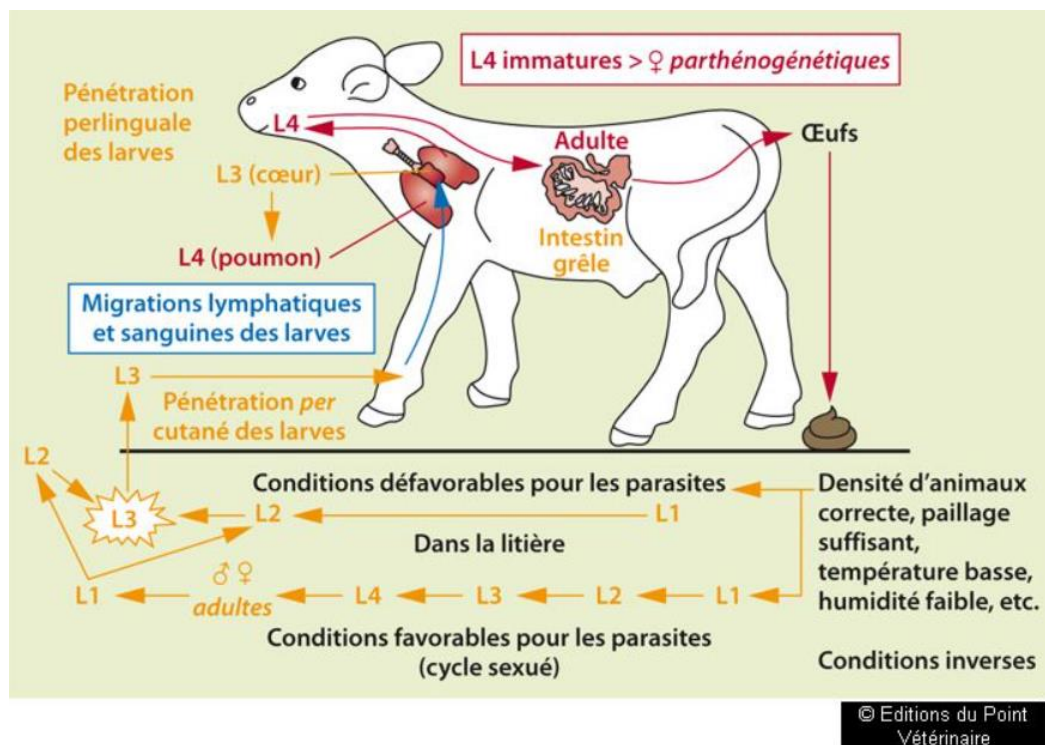


Figure 2 : Contamination par *Strongyloides spp.* par voie percutanée et/ou par voie per os par les larves L3 de l'environnement chez le veau (Alzieu, Dorchies 2015).

Un cycle d'auto-infestation serait également envisageable : les œufs pondus par les femelles dans les intestins pourraient directement éclore, libérant alors des larves L1. Ces larves subiraient alors leurs mues directement dans la lumière de l'intestin grêle afin de devenir des larves L3 infestantes, c'est-à-dire « auto-infestantes ». Ces larves L3 commenceraient ainsi un cycle de migration classique et se retrouveraient de nouveau dans l'intestin grêle à l'issue de ce cycle. Cette auto-infestation pourrait être due à une immunodépression suite à une corticothérapie par exemple (Dorchies 2010).

c) Développement larvaire

D'après Smith et Sherman (2009), lors de conditions environnementales défavorables les œufs excrétés dans les matières fécales se développent en larves L3 infestantes. Lors de conditions plus favorables, ces œufs peuvent se développer en adultes libres, qui se reproduiront de manière sexuée. Les femelles issues de cette reproduction sexuée donneront une seule génération de larves L3 infestantes. Les auteurs ne décrivent pas ce qu'ils nomment des conditions environnementales favorables ou défavorables (Smith, Sherman 2009). Les conditions défavorables pour le développement larvaire du parasite mentionnées dans la littérature sont une densité d'animaux correcte, un paillage suffisant, une température basse et une humidité faible (Alzieu, Dorchies 2015). La proportion d'œufs se développant par cycle homogonique ou hétérogonique est imprévisible, et une relation significative entre la température d'incubation des œufs et la proportion et le type d'individu obtenu a été démontrée (Nwaorgu 1983). La température optimale pour le développement de *Strongyloïdes papillosus* varie selon les auteurs, de 25°C (Nwaorgu 1983) à 34°C (Premvati 1963). A une température élevée, les œufs se développent plus rapidement mais la longévité larvaire diminue. Il a également été mis en évidence qu'une période de refroidissement de quelques jours affecte le développement des œufs (Nwaorgu 1983). Les différentes températures d'incubation testées ont permis de mettre en évidence que les femelles libres dans l'environnement sont plus nombreuses à 30°C, les larves infestantes à 20 °C et les mâles libres le sont de manière constante entre 20 et 30°C (Nwaorgu 1983). Enfin, il a été mis en évidence que les œufs de *Strongyloïdes papillosus* éclosent en 4 heures à 30°C, en 6 heures à 25 °C et entre 8 et 10 heures à 20°C (Forrester, Taylor, Nair 1974).

d) Anatomie de *Strongyloïdes papillosus*

La forme adulte de *Strongyloïdes papillosus* présente chez l'hôte est un vers de petite taille, 3,5 à 6 mm de longueur et 50 à 60 µm de diamètre, invisible à l'œil nu (Alzieu et al. 2011). Lors d'autopsie, un raclage de la muqueuse intestinale est nécessaire afin d'observer *Strongyloïdes papillosus* à la loupe binoculaire. La femelle parthénogénétique de *Strongyloïdes spp.* possède un appareil buccal entouré de quatre lèvres et de quatre papilles. Son œsophage est de type « strongyloïde ». Il est rectiligne, sans appareil valvulaire, et mesure 700 à 800 µm de longueur, soit un quart voire un tiers de la longueur du corps du parasite. La vulve est présente au tiers distal, et chaque utérus du parasite contient de 8 à 10 œufs embryonnés contenant une larve L1 (Dorchies 2010). Les femelles parasites possèdent un utérus didelphe. Les adultes libres ont une morphologie qui diffère de celle du stade parasitaire. Ils mesurent environ 1 mm de longueur, la femelle libre étant légèrement plus longue que le mâle. Ils

possèdent un œsophage rhabditiforme. Comme la femelle parasite, la femelle libre possède un utérus didelphe et une vulve qui se trouve au milieu du corps (Viney, Lok 2015).

L'œuf embryonné contient une larve L1 de forme rhabitoïde qui se transforme en larve L3 de forme strongyloïde, suite à 2 mues successives. La larve L3 infestante mesure de 450 à 750 μm de longueur et 13 à 18 μm de diamètre. L'extrémité buccale de la larve comprend trois lèvres avec six papilles tuberculiformes. La larve possède un stoma court avec un œsophage filariforme qui occupe le tiers voire la moitié de la longueur du corps de la larve. Une ébauche de l'appareil génital est visible environ au milieu du corps et il possède une extrémité distale effilée (Dorchies 2010).

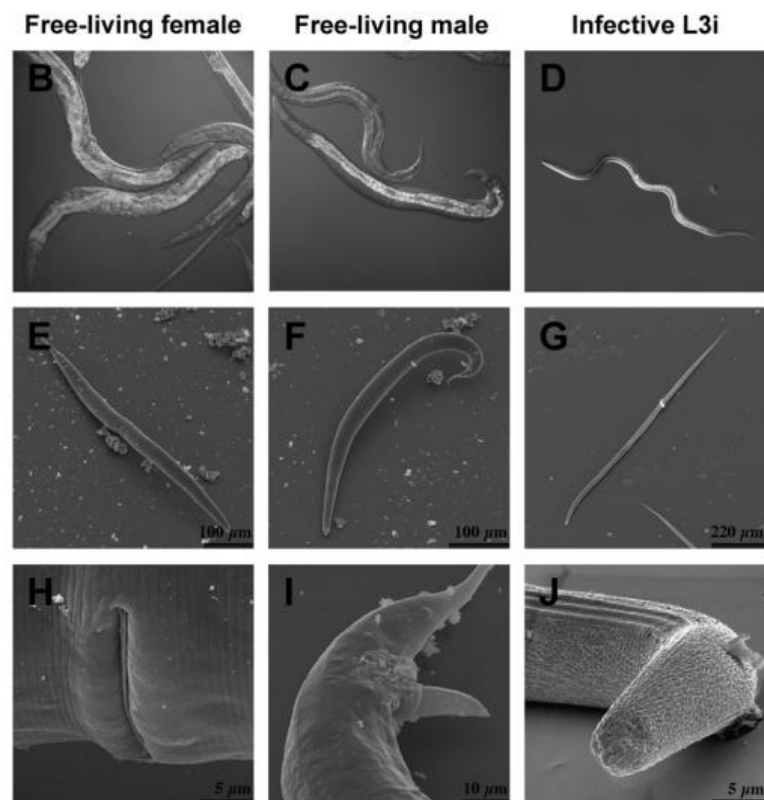


Figure 3 : Images d'adultes libres femelles (B, E et H), mâles (C, F et I) et de larves L3 infestantes de *Strongyloides spp.* (D, G et J) en microscopie optique. (H) vulve ; (I) appareil copulatoire mâle ; (J) extrémité antérieure d'une larve infestante L3 (Eberhardt, Mayer, Streit 2007).

2. Spécificité d'hôte

Eberhardt et al. (2008) ont montré via amplification par Polymerase Chain Reaction (PCR) et séquençage de la petite sous-unité de l'ADNr du génome de *Strongyloides spp.* que l'espèce de *Strongyloides spp.* présente chez les ovins diffère génétiquement de celle des bovins. Chez les ovins, ils ont identifié par séquençage *Strongyloides papillosus* et chez les bovins l'espèce

principalement identifiée est *Strongyloïdes vituli*. L'espèce de *Strongyloïdes vituli* a déjà été décrite chez des bovins (Brumpt 1921). Pour plus de simplicité, nous parlerons de *Strongyloïdes papillosus* chez les bovins, ovins et caprins dans la suite de ce manuscrit, sans différencier *Strongyloïdes papillosus* de *Strongyloïdes vituli*, car cette différence n'est pas faite par les différents auteurs cités dans la suite de ce travail.

II. Transmission et biologie de *Strongyloïdes papillosus* chez l'hôte

1. Bovins

La période prépatente chez les bovins est brève et comprise entre 3 et 10 jours, selon la voie de contamination ((Dorchies 2010) ; (Alzieu et al. 2011)). L'arrivée de *Strongyloïdes papillosus* dans l'intestin grêle des bovins s'accompagne d'une accumulation de polynucléaires éosinophiles ainsi que de mastocytes dans la muqueuse intestinale. Cette accumulation conduirait à l'expulsion des parasites (Onah, Nawa 2000). Par conséquent, même si la ponte se poursuit pendant plusieurs mois, elle reste à des niveaux faibles. De plus, il est possible que les femelles parthénogénétiques soient momentanément improductives, phénomènes d'hypobiose, et que la ponte reprenne à la faveur d'un stress (maladie, gestation, etc.) (Dorchies 2010). En revanche, ces mécanismes s'accompagneraient d'une évansion somatique des larves et potentiellement d'une mise en dormance. Les larves reprendraient leur développement et leur migration à la faveur d'un stress (Dorchies 2010). Cette évansion somatique des larves vers différents tissus de l'hôte concernerait davantage les tissus adipeux comme la mamelle, phénomène bien décrit chez la truie (Bowman 2014).

Chez les bovins, l'infestation par *Strongyloïdes papillosus* conduirait à une forte réaction immunitaire à dominante Th2 (Dorchies et al. 2012). Cette réaction immunitaire serait accompagnée de la production d'interleukines 4, 5, 9, 10 et 13, chez les modèles de rongeurs (Gonçalves et al. 2008). Chez les modèles murins, une réponse humorale avec des immunoglobulines E se mettrait également en place, ainsi que des mécanismes cellulaires avec la production de mastocytes et d'éosinophiles (Gause, Urban, Stadecker 2003). Ces différents mécanismes n'ont jamais été démontrés chez les bovins.

2. Ovins

Tout comme chez les bovins, *Strongyloïdes papillosus* infeste les ovins par pénétration percutanée ou par pénétration de la muqueuse buccale après ingestion. Dans le cas d'une infestation par voie cutanée, la période prépatente est de 9 à 11 jours (Turner, Shalkop, Wilson

1960). La transmission de *Strongyloïdes papillosus* chez les ovins est souvent associée à l'humidité au niveau des onglons chez les jeunes (Thamsborg et al. 2017). Cette infestation par *Strongyloïdes papillosus* au niveau de la zone digitée ou coronaire pourrait prédisposer au piétin (Deplazes et al. 2013). La période pré-patente après une infestation via le colostrum est de 4 à 5 jours. Il a été montré qu'il n'y a pas de contamination par *Strongyloïdes papillosus* in utero chez les ovins (Nwaorgu, Onyali 1990).

Les femelles adultes parasites de *Strongyloïdes papillosus* se localisent principalement dans l'intestin grêle. Makovcova et al., (2008), ont montré que sur 16 agneaux infestés par *Strongyloïdes papillosus*, le parasite était présent au niveau du duodénum chez 11 agneaux, dans le jéjunum et l'iléon chez la totalité des agneaux et enfin dans le caecum chez 1 seul agneau. Dans cette étude, 14443 vers de *Strongyloïdes papillosus* ont été dénombrés chez ces 16 agneaux. Les vers étaient distribués à 19,3 % dans le duodénum, à 78,6 % dans le jéjunum et l'iléon et à 2,1 % dans le caecum (Makovcová et al. 2008). Dans une autre étude, il a été mis en évidence que 89,5 % des adultes de *Strongyloïdes papillosus* étaient présents dans la première portion de l'intestin grêle (les 240 premiers cm de l'intestin grêle), chez un agneau (Turner 1959).

Strongyloïdes papillosus produit une réponse immunitaire rapide et importante chez les agneaux au niveau intestinal lorsqu'ils sont exposés à des larves L3 infestantes ((Round 1963) ; (Turner, Shalkop, Wilson 1960)).

3. Caprins

Chez les caprins l'infestation par *Strongyloïdes papillosus* suit le même cycle que chez les bovins et ovins. La période pré-patente est de 6 à 7 jours en moyenne, mais varie selon le cycle de contamination. La transmission de la larve infestante peut également avoir lieu via le colostrum en période néonatale (Smith, Sherman 2009).

4. Conclusion sur la transmission et la biologie de *Strongyloïdes papillosus* chez les ruminants

Transmission :

- Voie per-os (colostrum, via la litière)
- Voie percutanée
- Voie placentaire → jamais démontré chez les ruminants

Migration par voie percutanée : voie lymphatique → voie sanguine → cœur droit → poumons → passage voies aérifères → pharynx → déglutition → appareil digestif

Migration par voie per-os (colostrum) : ingestion des larves → appareil digestif

Bovins : cycle d'auto-infestation possible : œufs pondus par les femelles parasites → éclosion dans l'intestin grêle → mues successives → L3 « auto-infestante » dans l'intestin grêle sans passage par milieu extérieur → migration classique

Localisation : préférentiellement intestin grêle (en majorité dans le jéjunum et l'iléon), autres localisations possibles ex : caecum

Période pré-patente :

- Bovins : 3 à 10 jours
- Ovins : voie percutanée : 9 à 11 jours / voie colostrale : 4 à 5 jours
- Caprins : 6 à 7 jours

Réaction immunitaire (chez les bovins) : forte réaction immunitaire à dominante Th2 → expulsion des femelles parasites (femelles qui restent = ponte réduite ou hypobiose)

/! \ Evasion somatique des larves → mise en dormance, migration vers tissus adipeux ex : la mamelle

III. Prévalence

La prévalence de *Strongyloïdes papillosus* chez les ruminants peut varier en fonction de l'âge des animaux, du système de production, de la localisation et du climat (Thamsborg et al. 2017).

1. Bovins

Alzieu et al. (2018) ont décrit le bilan de 4 années d'observation (ELANCO-PRO®) sur le terrain concernant la dynamique d'infestation des veaux par les coccidies et *Strongyloïdes papillosus* en élevage laitier et allaitant, en France. Les matières fécales ont été analysées en mélange par la méthode de flottation au NaCl à 40% pour quantifier les oocystes de coccidies et les œufs de *Strongyloïdes papillosus*. Concernant les élevages allaitants, la prévalence coproscopique des mélanges varie de 77 % chez les veaux âgés de 22 à 35 jours, à 60 % chez les veaux âgés de 64 à 77 jours. Les niveaux d'excrétion sont compris entre 15 et 28750 œufs de *Strongyloïdes papillosus* par gramme de fèces. La prévalence très élevée chez les veaux de 22 à 35 jours d'âge, serait fortement imputable à une contamination par voie colostrale. En revanche, entre 35 et 63 jours, les auteurs considèrent que la contamination par *Strongyloïdes papillosus* est imputable à la voie per-cutanée via les litières. Ces forts niveaux d'excrétions chez de très jeunes veaux, suggèrent une proportion probablement élevée de vaches contaminées par *Strongyloïdes papillosus* par voie-percutanée, avec une migration larvaire et une levée d'inhibition au moment du vêlage, avec passage dans le colostrum. Concernant les élevages laitiers, la prévalence coproscopique des mélanges varie de 0 % chez les veaux de 22 à 35 jours d'âge, à 15 % chez les veaux de 50 à 63 jours d'âge. Les niveaux d'excrétion sont compris entre 130 et 1660 œufs de *Strongyloïdes papillosus* par gramme de fèces. D'après les auteurs ce contraste saisissant entre les résultats obtenus en élevages laitiers et en élevages allaitants, s'explique par une très faible proportion de veaux laitiers contaminés par voie colostrale. De même, le mode de vie des veaux laitiers en case individuelle puis collective permettrait un plus faible recyclage de *Strongyloïdes papillosus* sur les litières (Alzieu et al. 2018).

Une étude multicentrique menée entre 2010 et 2011, concernant des élevages allaitants et laitiers, regroupe les résultats coproscopiques de 53 prélèvements de mélange constitués de 5 veaux d'âge similaire. *Strongyloïdes papillosus* a été mis en évidence dès la deuxième semaine de vie des veaux avec une prévalence de 25 %. *Strongyloïdes papillosus* est quasiment toujours retrouvé avant les coccidies en coproscopie chez les veaux de cette étude. D'après les auteurs, *Strongyloïdes papillosus* occupe la place de « premier occupant » des nématodoses bovines. Sa présence impacterait l'immunisation vis-à-vis des coccidioses par des mécanismes d'immunomodulation (Alzieu, Dorchies 2015).

Entre 2017 et 2019, des cas de morts subites chez des génisses laitières de 3 à 4 mois d'âge ont été investigués dans deux fermes laitières de l'État de New York. Une prévalence de 53 % pour *Strongyloïdes papillosus* a été déterminée pour 81 génisses d'environ 4 mois d'âge, avec des scores d'excrétion fécale variant entre 2 à 5290 œufs par gramme de fèces. Il s'agissait d'une exploitation laitière de 3600 vaches adultes et 2000 jeunes animaux (Pinn et al. 2021).

2. Ovins

Selon le pays et la saison, les études rapportent une prévalence très variable chez les ovins de 3 % ; 18 % ; 33 % ou 58 % respectivement au nord de l’Egypte (Khalafalla, Elseify, Elbahy 2010), au sud de la Pologne (Balicka-Ramisz, Ramisz, Zychlińska-Buczek 2013), en Tchéquie (Makovcová et al. 2008) et au nord de la Tunisie (Akkari, Gharbi, Darghouth 2012).

Bonfoh et al. (1995) ont étudié l’épidémiologie des nématodes gastro-intestinaux au Togo chez les petits ruminants. Cinquante-neuf tractus digestifs d’ovins de race Djallonké ont été récupérés à l’abattoir, des coproscopies par la technique de McMaster ont été réalisées ainsi qu’un lavage du contenu digestif afin de récupérer les nématodes gastro-intestinaux selon la méthode décrite par Grabber et al., (1983). La moyenne d’excrétion coproscopique de *Strongyloïdes papillosus* entre janvier et octobre 1992, sur l’ensemble des animaux autopsiés (59 ovins et 60 caprins) était de 1033 +/- 162 œufs par gramme de fèces. Concernant la prévalence et l’intensité de l’infestation par *Strongyloïdes papillosus* dans le tractus digestifs, 64 % des ovins étaient parasités avec une intensité moyenne de 136 vers et des valeurs variant entre 15 et 735 vers (Bonfoh et al. 1995).

En Norvège, des échantillons de matières fécales ont été récoltés dans 77 troupeaux ovins pâturant entre juillet 2008 et décembre 2009. Les échantillons provenaient d’agneaux n’ayant reçu aucun traitement anthelminthique depuis au moins 6 semaines avant le prélèvement. Douze agneaux ont été prélevés par exploitation. Des coproscopies quantitatives ont été réalisées par la méthode modifiée de McMaster avec une solution de flottation au sel à saturation. Soixante et un pourcent des agneaux hébergeaient des nématodes gastro-intestinaux. Les résultats montrent une prévalence moyenne de *Strongyloïdes papillosus* dans les 77 troupeaux, soit 991 agneaux, de 17,9 %. La moyenne d’excrétion était de 56 œufs par gramme de fèces avec comme valeur minimale 0 et comme valeur maximale 4450 opg. *Strongyloïdes papillosus* n’a pas été retrouvé dans le tractus digestif des 32 agneaux autopsiés (Domke et al. 2013).

3. Caprins

La prévalence de *Strongyloïdes papillosus* chez les caprins varie d’une étude à l’autre (Tableau I).

Tableau I : Synthèse bibliographique des données de prévalence de *Strongyloides papillosus* chez les caprins (CP : caprin ; IG : intestin grêle ; GI : gros intestin ; opg : œufs par gramme).

Pays / Date	Type de prélèvement	Type d'élevage	Echantillon	Prévalence ou résultats	Références
Thaïlande / 2019-2020	-Coproscopie -Coproculture	Pâturage	885 CP	0,7 % prévalence 20,5 % prévalence coproculture	(Wuthijaree, Tatsapong, Lambertz 2022)
Malaisie / 2016	Coproscopie	Pâturage	3 groupes d'âge	35 % chevreaux 47 % 12 à 24 mois 52 % plus de 24 mois	(Mat Yusof, Md Isa 2016)
Brésil / 1979 - 1981	Lavage contenu caillette, IG, GI	Pâturage	132 CP	Prévalence 95,4 % IG Nombre de vers : 2 à 2351, moyenne de 524	(Charles 1989)
Rwanda / 2022	Coproscopie	Pâturage	149 CP	12,8 % (18,4 % CP > 7 mois ; 6,8 % CP entre 3 et 6 mois)	(Tumusiime, Ndayisenga, Ntampaka 2022)
Afrique du sud / 2019	Coproscopie	Pâturage	288 CP	31,1 % (50 % CP entre 1 et 3 ans ; 29,9 % CP > 3 ans ; 12,5 % CP < 1 an)	(Mpofu, Nephawe, Mtileni 2020)
Togo / 1992	- Coproscopie - Lavage contenu tractus digestif	Pâturage	60 CP	1033 +/- 162 opg Lavage : 70 % parasité, moyenne de 163 vers (min 15 – max 960)	(Bonfoh et al. 1995)
Zimbabwe / 1993	Lavage contenu tractus digestif	Pâturage	32 CP	Prévalence 9 %	(Pandey, Ndao, Kumar 1994)
Grèce / 2023	Coproscopie	Avec ou sans pâturage	119 troupeaux	6 troupeaux positifs : prévalence 5 %	(Lianou et al. 2023)
Pologne / 2021	Coproscopie	/	6 élevages 158 CP	Conventionnel 39 % Biologique 45 %	(Pilarczyk et al. 2021)
Italie / 2014	Coproscopie	Pâturage	55 CP	Prévalence 34 %	(Zanzani et al. 2019)
Slovaquie / 2014-2016	Coproscopie	Pâturage	30 troupeaux 944 CP	Prévalence 14,05 % Moyenne excrétion 150 opg (min 50 – max 1200)	(Babjak et al. 2017)
Norvège / 2008-2009	Coproscopie	/	30 troupeaux 360 CP	Prévalence 11,1 % Moyenne excrétion 18 opg (min 0 – max 600)	(Domke et al. 2013)
Italie / 2005-2006	Coproscopie	Avec ou sans pâturage	110 troupeaux 2554 CP	Prévalence intra-troupeau entre 0 et 84,62 %	(Cerbo et al. 2010)
Pays Bas / 1996	Coproscopie	Bâtiment	5 troupeaux	3 troupeaux positifs sur 5	(Borgsteede, Dercksen 1996)
France / 1991	Coproscopie	Pâturage	81 troupeaux	36 %	(Chartier, Reche 1992)

Les données de prévalence de ce tableau mettent en évidence une grande variabilité, la prévalence coproscopique variant de 0,7 % à 84,6 %. La majorité des études font état d'une prévalence coproscopique variant de 10 à 30 %. La prévalence mise en évidence par lavage du contenu gastro-intestinal varie de 9 % à 95,4 %. Ces données de prévalence sont issues en majorité de systèmes d'élevages avec pâturage. Concernant les trois études présentant des données de prévalence en fonction de la classe d'âge, les jeunes animaux semblent moins parasités.

IV. Pathogénie et signes cliniques chez l'hôte

1. Bovins

a) *Tableau clinique peu spécifique*

Les signes cliniques sont sporadiques chez les ruminants (Thamsborg et al. 2017). D'après Alzieu et al. (2011), les signes cliniques chez les bovins sont peu évocateurs. Il s'agit en premier lieu de troubles respiratoires avec un tableau « pseudo-grippal », variablement hyperthermisant. Ce tableau « pseudo-grippal » se manifeste 5 à 6 jours post-infestation et est similaire au tableau observé en cas d'origine infectieuse. Secondairement, les signes cliniques évoquent un syndrome entérique. Les veaux peuvent présenter un épisode de diarrhée, de couleur beige à verdâtre, avec parfois un aspect très liquide. Lors de forte infestation, cette diarrhée peut être associée à un amaigrissement et conduire à une non-valeur économique du veau. Les signes cliniques sont préférentiellement présents chez les veaux de 1 à 3 mois d'âge (Alzieu et al. 2011). Lors de contamination par voie percutanée, les bovins présentent des microlésions inflammatoires et prurigineuses au niveau des zones où la peau est en contact avec le sol, pouvant être confondues avec des lésions de décubitus (Alzieu, Dorchies 2015). Ces lésions sont notamment présentes au niveau de la couronne des onglons, des flancs et des membres. Cette strongyloïdose clinique passe souvent inaperçue en raison du tableau clinique peu évocateur. Les lésions peu spécifiques avec au niveau respiratoire des œdèmes et des hémorragies variables, et au niveau digestif une entérite catarrhale (Alzieu, Dorchies 2015).

b) *Morts subites*

Chez les bovins, une forte infestation par *Strongyloides papillosus* peut conduire à une mort subite chez les veaux. En effet, 152 cas de morts subites chez des veaux de 2 à 5 mois d'âge ont été attribués à une infestation par *Strongyloides papillosus* dans 3 fermes au Japon entre 1978 et 1987. L'instant précédent la mort, il est rapporté un bruit étrange de vocalise, une chute violente et la mort en quelques minutes. Ces cas de morts subites observés en été et en automne,

concernaient des veaux laitiers élevés pour la production de viande. Ils étaient élevés dans des parcs de 5 m² pour 5 à 7 veaux sur une litière de sciure de bois. Des coproscopies quantitatives par la méthode modifiée de McMaster ont été réalisées sur 130 veaux et les résultats montrent des niveaux d'infestation variant de 300 à 562 300 œufs de *Strongyloïdes papillosus* par gramme de fèces. L'autopsie de 10 veaux a permis de mettre en évidence de fort niveau d'infestation par *Strongyloïdes papillosus* (Tableau II) (Taira, Ura 1991).

Tableau II : Résultats des autopsies réalisées sur 10 veaux morts par morts subites dans 3 élevages différents (Légende : Sp = *Strongyloïdes papillosus*) (Taira, Ura 1991).

Veau	636	66	333	292	334	298	327	678	315	338
Excrétion fécale de Sp (opg)	116000	73000	99800	172000	63800	89000	78000	116200	411000	52000
Nb de vers adultes de Sp	41000	141500	74500	48000	50800	19000	70400	54000	117400	23100

Cette mort subite chez des veaux a été reproduite expérimentalement au Japon par une forte infestation par des larves L3 infestantes de *Strongyloïdes papillosus*. Dans cette étude 15 veaux de race Holstein Friesian ont été infestés par voie percutanée avec des doses infestantes variant de 100 000 à 32 000 000 larves de *Strongyloïdes papillosus* pour 100 kg de poids vif. Des coproscopies quantitatives ont été réalisées et les œufs de *Strongyloïdes papillosus* sont apparus 8 à 12 jours post-infestation dans les matières fécales. Le maximum d'excrétion a été observé entre 11 et 19 jours avec 6600 à 201 800 œufs par gramme de fèces. Cliniquement l'instant précédant la mort, les veaux ont présenté des vocalises, des spasmes cloniques des membres et un opisthotonos, la mort survenant en 2 à 4 minutes. Les résultats concernant l'excrétion fécale et la charge parasitaire de *Strongyloïdes papillosus* chez les veaux de cette étude sont visibles dans le tableau III. Les auteurs ont défini une dose létale 50 % à environ 320 000 larves L3 de *Strongyloïdes papillosus* pour 100 kg de poids vif. Les auteurs n'ont formulé aucune hypothèse concernant la relation entre la charge parasitaire au niveau digestif et l'excrétion fécale de *Strongyloïdes papillosus* dans cette étude (Taira et al. 1992).

Tableau III : Résultats des autopsies réalisées sur 3 veaux euthanasiés et 10 veaux morts par morts subites, après infestation expérimentale par voie percutanée par *Strongyloïdes papillosus* (Légende : E = euthanasie ; MS = mort subite ; opg = œuf par gramme) (Taira et al. 1992).

N° des veaux	Dose infestante pour 100 kg de poids vif	Devenir post-infestation	Excrétion fécale de <i>Strongyloïdes papillosus</i> (opg)	Charge parasitaire : nombre de vers adultes de <i>Strongyloïdes papillosus</i> dans l'intestin grêle	Charge parasitaire : nombre de vers adultes de <i>Strongyloïdes papillosus</i> dans le gros intestin
209 ; 213 ; 215 ; 219 et 220	320 000	E ou MS entre 16 et 27j post-infestation	Entre 0 et 42 400	Entre 0 et 24 500	Entre 0 et 3 500
206 et 214	1 000 000	MS 14j post infestation	Entre 68 800 et 107 000	Entre 105 140 et 136 000	Entre 200 et 1 125
211 et 212	3 200 000	MS 13j post infestation	Entre 192 800 et 146 200	Entre 299 400 et 565 200	Entre 500 et 700
204 et 207	10 000 000	MS 11j post infestation	Entre 48 800 et 112 400	Entre 403 125 et 585 000	3 200
205 et 208	32 000 000	MS 10j post infestation	Entre 50 333 et 271 600	Entre 210 375 et 1 089 000	Entre 700 et 7 000

Des cas de morts subites ont également été décrits plus récemment chez des génisses laitières sevrées âgées de 3 à 4 mois, dans deux fermes de New York entre 2017 et 2019. Ces cas de morts subites sont survenus en fin d'été. Ils ont été précédés par de la tachycardie, de la tachypnée, des vocalises et enfin des convulsions qui se sont rapidement soldées par la mort. Certaines génisses ont présenté une hypertrophie de la glande mammaire environ 1 semaine avant les premiers cas de morts subites (Figure 4). Des coproscopies quantitatives ont permis de mettre en évidence une infestation par *Strongyloïdes papillosus* variant entre 1 370 à 18 800 œufs par gramme de fèces. De plus, la présence de *Strongyloïdes papillosus* a été confirmée par le test PCR universel développé par (Eberhardt et al. 2008). Ces cas de morts subites ont été gérés par un traitement antiparasitaire à base de doramectine à 500 µg/kg de poids vif par voie pour-on (Pinn et al. 2021).



Figure 4 : Photographies des mamelles des génisses de la ferme A ; (A) Glande mammaire d'une génisse de 4 mois d'aspect normal ; (B) Glande mammaire hypertrophiée d'une génisse de 4 mois présentant par ailleurs une forte excrétion de *Strongyloides spp.* ; (C) Glande mammaire d'une génisse de 4 mois deux semaines après traitement anthelminthique avec une excrétion fécale nulle d'œufs de *Strongyloides spp.* (Pinn et al. 2021).

c) Histopathologie

A l'histopathologie, les veaux morts par morts subites présentent des lésions cutanées et des consolidations pulmonaires (Taira, Ura 1991), ainsi qu'une hyperhémie des intestins (Taira et al. 1992). Chez les génisses présentant une hypertrophie de la glande mammaire, une congestion vasculaire diffuse et sévère a été observée ainsi que de l'œdème interstitiel, des hémorragies et une hyperplasie canalaire. Au niveau cardiaque, une dégénérescence des cardiomyocytes de manière multifocale et aiguë a également été observée. Les cardiomyocytes présentaient un gonflement cellulaire ainsi qu'une vacuolisation sarcoplasmique (Pinn et al. 2021).

Les larves migratrices de *Strongyloides papillosus* ont été identifiées dans les poumons, les yeux, le myocarde, les muscles mandibulaires, les muscles du tronc, les membres antérieurs et postérieurs (Taira, Ura 1991), ainsi que dans le cerveau (Taira et al. 1992).

d) *Synthèse des signes cliniques et de la pathogénie de Strongyloïdes papillosus chez les bovins*

Signes cliniques peu évocateurs :

- Troubles respiratoires, syndrome « pseudo-grippal », hyperthermie possible
- Puis syndrome entérique (possibilité de diarrhée beige à verdâtre chez les veaux, parfois très liquide)
- Si transmission percutanée : microlésions inflammatoires et prurigineuses sur zone de contact avec le sol (couronnes des onglons, flancs, membres)
- Hypertrophie de la glande mammaire

Lésions à l'histologie :

- Appareil respiratoire : œdèmes et hémorragies, consolidations pulmonaires
- Appareil digestif : entérite catarrhale, hyperhémie
- Larves migratrices retrouvées dans : poumons, yeux, myocarde, cerveau, muscles mandibulaires, du tronc et des membres.

Cas de morts subites :

- 2 à 5 mois d'âge
- Infestation massive : 52 000 à 411 000 œufs par gramme de fèces et 19 000 à 141 500 femelles adultes de *Strongyloïdes papillosus* dans l'intestin grêle
 - o Avant mort subite : tachycardie, tachypnée, vocalises, opisthotonos, spasmes toniques des membres, convulsions.
 - o Expérimentalement : dose létale à 50 % → environ 320 000 larves L3 infestantes pour 100 kg de poids vif

2. Ovins

a) *Tableau clinique peu spécifique*

L'infestation par *Strongyloïdes papillosus* chez les ovins est généralement asymptomatique ou mineure, et très certainement sous-estimée (Round 1963). La strongyloïdose chez les ovins provoque de la faiblesse, de la diarrhée intermittente, de la léthargie, de la déshydratation voire de la mortalité (Romero et al. 2022).

Une série d'expérimentations sur la strongyloïdose chez les ovins et caprins a été menée par Turner en 1959. Pour la première expérimentation, l'auteur a utilisé des agneaux et chevreaux élevés en milieu clos et contrôlés depuis leur naissance, de façon à travailler avec des animaux

sans parasites gastro-intestinaux. Dans cette étude, 12 agneaux de race Shropshire et 3 chevreaux de race Toggenburg ont été utilisés. Huit agneaux et 2 chevreaux ont été contaminés par voie percutanée en région inguinale par des larves de *Strongyloïdes papillosus*, L'auteur rapporte que les larves pénètrent la peau en moyenne en moins de 45 minutes. Les 4 agneaux et le chevreau restant servent de témoin. Les adultes parasites de *Strongyloïdes papillosus* ont été récupérés et dénombrés à l'autopsie de chaque animal, en récupérant le contenu de l'intestin grêle. Les signes cliniques observés chez les agneaux infestés étaient de l'inappétence, de la faiblesse, de la léthargie, des difficultés respiratoires, un abreuvement anormal, de la polyurie et une consistance des matières fécales plus molles à liquides. Les résultats cliniques de cette infestation sont synthétisés dans le tableau IV. Sur les 8 agneaux infestés, les agneaux exposés à 100 000, 200 000, 300 000, 500 000 et 1 000 000 larves infestantes de *Strongyloïdes papillosus* sont morts respectivement 41, 18, 16, 13 et 13 jours post-infestation. L'auteur a attribué ces morts à la strongyloïdose. En revanche, l'agneau exposé à 25 000 larves est mort 44 jours post-infestation et sa mort est attribué à une infection massive de coccidies. Les agneaux exposés à 50 000 et 75 000 larves ont survécu.

Tableau IV : Résultats cliniques de l'infestation expérimentale par voie percutanée par *Strongyloïdes papillosus* chez des ovins (Turner 1959).

Dose infestante de L3 (voie percutanée)	Nombre d'agneaux	Période pré-patente	Niveau d'excrétion	Taux d'hématocrite et d'hémoglobine	Poids vif
25 000	1	9 jours	40 000 opg à 100 000opg (2-3 semaines post-infestation) 3 agneaux vivants : diminution jusqu'à 500 opg (6-7 semaines post-infestation)	Hématocrite : diminution de 34,4 % à 26 % Hémoglobine : diminution de 2,6 g/100mL	2 agneaux : perte de poids (0,9 et 2,7 kg) 2 agneaux : gain de poids 6,6 kg
50 000	1				
75 000	1				
100 000	1				
200 000	1	9 jours	Morts moins de 3 semaines post-infestation	Hématocrite : diminution de 33,7 à 24,5 % Hémoglobine : diminution de 3,0 g/100 mL	Perte de poids : 1,1 à 2,7 kg.
300 000	1				
500 000	1				
1 000 000	1				
0 (groupe témoin)	4	/	/	Hématocrite : plus élevée à la fin Hémoglobine : diminution de 1,8 g/100mL	Gain de poids : 7,7 kg

A l'autopsie, les résultats étaient similaires pour les agneaux et le chevreau morts de strongyloïdose. De l'ascite et un hydrothorax étaient présents dans la plupart des cas ainsi qu'un contenu liquidien dans l'intestin grêle et parfois le gros intestin. L'intestin grêle présentait une entérite catarrhale ainsi qu'un exsudat important. Des érosions marquées étaient visibles au niveau de la muqueuse du duodénum et parfois du jéjunum. La muqueuse intestinale présentait également un épaissement, une inflammation, une hyperhémie et de l'œdème. L'agneau infesté avec 1 000 000 larves présentait des lésions pulmonaires de congestion et d'emphysème. L'autopsie a permis de dénombrer le nombre de vers de *Strongyloides papillosus* présent au sein de la caillette et de l'intestin grêle (Tableau V). L'auteur n'a pas développé d'hypothèse concernant la relation entre la charge parasitaire au sein du tractus digestif et l'excrétion fécale de *Strongyloides papillosus*. (Turner 1959).

Tableau V : Dose infestante de larves de *Strongyloides papillosus* pour chaque animal exposé et nombre d'adultes retrouvés lors de l'autopsie (Turner 1959).

Animal	Age (jours)	Poids (kg)	Dose infestante de L3	Mort et autopsie (nombre de jours post-infestation)	Nombre d'adulte de <i>Strongyloides papillosus</i>		
					Caillette	Intestin grêle	Total
L521	57	8,6	25 000	44	0	2 225	2 225
L512	59	9,3	50 000	56	0	10 000	10 000
L522	57	10	75 000	56	0	22 500	22 500
L513	58	10,9	100 000	41	20	18 300	18 320
L538	75	10,2	200 000	18	350	135 700	136 050
L527	78	11,3	300 000	16	0	277 900	277 900
L529	77	12,5	500 000	13	340	119 800	120 140
L514	92	14,5	1 000 000	13	0	310 600	310 600

Une seconde étude menée par Turner, Shalkop et Wilson (1960), a réuni 18 agneaux de race Shropshire divisés en plusieurs groupes. Le protocole de cette expérimentation est synthétisé dans le tableau VI. Cette étude a permis aux auteurs d'étudier le cycle d'infestation de *Strongyloides papillosus* chez les ovins ainsi que les migrations larvaires.

Tableau VI : Protocole expérimental d'infestation percutanée par *Strongyloïdes papillosus* chez des agneaux (Turner, Shalkop, Wilson 1960).

Nombre d'agneau	Objectif	Charge parasitaire	Protocole
6	Etudier la migration larvaire de <i>Strongyloïdes papillosus</i> dans la peau	- 3 agneaux : 25 000 L3 infestantes voie percutanée - 3 agneaux : 11 doses de 25 000 L3 infestantes sur une durée de 2 semaines → agneau dit « résistants »	Biopsies cutanées au site de l'infestation : un quart d'heure, une demi-heure, 1h puis 12, 24 et 48 h post-exposition
4	Etudier la migration larvaire à partir du système sanguin	2 000 000 L3 infestantes par voie percutanée	3 agneaux → laparotomie 12, 24 ou 48h post-infestation. Prélèvements de 5mL de sang dans la jugulaire externe, veine mésentérique, veine cave antérieure, veine porte hépatique, artère carotique et aorte 1 agneau → veine jugulaire 24, 48, 72, 96 et 120 h post-infestation
9	Etudier les autres localisations larvaires et leurs impacts	- 6 agneaux : 1 500 000 L3 infestantes par voie percutanée - 1 agneau : 300 000 L3 - 1 agneau : 750 000 L3 - 1 agneau groupe précédent	Euthanasies et autopsies à 12, 24, 48, 68, 88, 113, 136, 216 et 360 h post-infestation 1 agneau du groupe précédent : lavage cavité péritonéale, péricardique et espace pleural

Les résultats ont montré pour le test de migration larvaire dans la peau, qu'aucune dermatite ne s'est développée chez les agneaux naïfs. Les biopsies cutanées ont mis en évidence la présence de larves de *Strongyloïdes papillosus* de 15 minutes à 48 heures post-exposition. (Turner, Shalkop, Wilson 1960).

Concernant la migration larvaire par le sang, les résultats ont montré que les larves sont présentes dans la circulation sanguine de 12 à 72 heures post-infestation. Le maximum de larves a été observé 12 heures après l'infestation et ces larves ont été observées en plus grand nombre dans la veine jugulaire externe. D'après les auteurs, toutes les larves observées dans la circulation sanguine étaient des larves L3 (Turner, Shalkop, Wilson 1960).

b) Morts subites

Nakamura et al. (1994) ont conduit une série d'expérimentations pour étudier la pathogénicité de *Strongyloïdes papillosus* chez les agneaux. Dix-neuf agneaux de race Suffolk de 4 à 9 mois d'âge ont été infestés par des larves de *Strongyloïdes papillosus* ou directement par des femelles adultes. Les résultats de cette expérimentation sont synthétisés dans le tableau

VII. Les auteurs ont mis en évidence des cas de morts subites chez des agneaux infestés par voie intraduodénale par des femelles parasites de *Strongyloïdes papillosus* (pas de migration larvaire) ainsi que chez des agneaux infestés par voie percutanée par des larves L3 infestantes. Dans les deux cas, la mort subite est d'origine cardiaque. Une tachycardie sinusale continue suivie d'une fibrillation ventriculaire ont été mis en évidence chez les agneaux morts subitement (Nakamura et al. 1994).

Tableau VII : Résultats de l'infestation par des larves infestantes ou directement par des adultes de *Strongyloïdes papillosus* chez des agneaux (Légende : sc = signes cliniques ; bpm = battements par minute ; Sp = *Strongyloïdes papillosus* ; FC = fréquence cardiaque) (Nakamura et al. 1994).

Groupe	Nombre d'agneau	Charge parasitaire (par kg de poids vif)	Signes cliniques	Signes cardiaques	Autopsie
Infestation par voie percutanée (larves L3 infestantes)	2	1 000	Aucun sc jusqu'à euthanasie	Aucun	/
	3	3 200	Morts entre 11 et 20 jours post-infestation Hyperthermie, anorexie	Tachycardie sinusale continue à partir de 6 à 9 jours post-infestation, FC max 100-140 bpm	Adultes Sp dans intestin grêle (3000 à 159 000 vers) entérite congestive, pétéchies sur les poumons et péricarde
	4	10 000			
	4	32 000			
Infestation par voie intra-duodénale (femelles adultes)	1	2 500	Morts 2 à 9 jours post-infestation, hyperthermie, anorexie	Tachycardie sinusale continue, FC mac 120 à 160 bpm, fibrillation ventriculaire	Adultes Sp dans intestin grêle (19 000 à 82 000) Entérite congestive, pétéchies sur l'épicarde
	1	10 000			
	1	22 500			
	2	Solution de femelles mortes	Aucun sc jusqu'à euthanasie	Tachycardie sinusale transitoire après infestation	
Témoin	1	/	/	/	/

Nakamura, Ooba et Hirose (1998), ont réalisé une autre série d'expérimentations pour étudier ces signes cardiaques et leur réversibilité chez les ovins. Cette étude a porté sur 8 agneaux infestés avec 10 000 larves L3 infestantes par kilogramme de poids vif, par voie percutanée. Les agneaux du groupe traité ont reçu leur injection d'ivermectine au moment où ils développaient des signes cardiaques. La fréquence cardiaque et l'électrocardiogramme de ces agneaux ont été suivis au cours de l'expérimentation. Les agneaux étaient leurs propres

témoins, car la fréquence cardiaque et l'intervalle entre P et Q sur l'électrocardiogramme ont été évalués avant l'infestation par *Strongyloïdes papillosus*. Les résultats de cette expérimentation sont synthétisés dans le tableau VIII. Les œufs de *Strongyloïdes papillosus* ont été détectés au plus tôt dans les matières fécales des agneaux entre 216 et 264 heures post-infestation. Soixante et une heures après le traitement à l'ivermectine, les coproscopies de ces agneaux étaient négatives pour *Strongyloïdes papillosus*. Les résultats de cette étude montrent que les femelles parasites de *Strongyloïdes papillosus* sont responsables de ces signes cardiaques et de leur aggravation chez les agneaux, puisque le traitement à l'ivermectine a permis de les reverser (Nakamura, Ooba, Hirose 1998).

Tableau VIII : Résultats de l'infestation expérimentale par des larves infestantes de *Strongyloïdes papillosus* chez des agneaux, études des signes cardiaques (Légende : PV = poids vif ; SC = sous-cutanée ; FC = fréquence cardiaque ; bpm = battements par minute) (Nakamura, Ooba, Hirose 1998).

Groupe	Nombre d'agneau	Signes cardiaques
10 000 L3 infestantes par kg de PV percutanée, injection d'ivermectine 1mg/kg SC (groupe traité)	5	Signes cardiaques 240 à 323 heures post-infestation → injection d'ivermectine FC max 95 – 110 bpm Intervalle PQ 0,192 à 0,224 Diminution FC 10 à 18h post-ivermectine et dans les normes en 29 à 39h
10 000 L3 infestantes par kg de PV percutanée (groupe non traité)	3	FC max 95 - 115 bpm Intervalle PQ 0,207 à 0,264 Fibrillation ventriculaire 349 heures post-infestation

c) Histopathologie

A l'histopathologie, les agneaux morts de strongyloïdose présentent une réaction inflammatoire chronique au niveau de l'intestin grêle et plus précisément de la lamina propria. Cette infiltration de cellules inflammatoires est constituée de plasmocytes, lymphocytes et plus rarement d'éosinophiles. La muqueuse intestinale est épaissie, avec des villosités effacées et des cryptes hyperplasiques et dilatées par du matériel nécrotique. Des coupes de nématodes sont visibles au niveau des glandes intestinales. Ces coupes laissent apparaître de nombreux œufs dans l'utérus du parasite (Romero et al. 2022).

L'infestation expérimentale par *Strongyloïdes papillosus* par voie percutanée, chez des agneaux, mené par Turner, Shalkop et Wilson, met en évidence des lésions pulmonaires. Des hémorragies légères ainsi que de l'œdème sont visibles au niveau des lobes apicaux et diaphragmatiques des poumons, 48 heures après une infestation expérimentale. A l'histologie,

une hyperhémie aiguë est observée ainsi qu'une extravasation de sang dans le tissu interstitiel et les alvéoles pulmonaires (Turner, Shalkop, Wilson 1960). Cette série d'expérimentations, met également en évidence les larves de *Strongyloïdes papillosus* dans l'épiderme, le chorion ainsi que les glandes sébacées, en revanche aucune larves n'a été observée dans les canaux lymphatiques. Une infiltration leucocytaire constituée principalement de neutrophiles est mise en évidence. Chez les agneaux ayant été exposés à 11 doses de larves, un érythème léger a été observé à la 4^{ème} exposition, puis une dermatite érythémateuse et pustuleuse à partir de la 5^{ème} exposition. Les biopsies effectuées après la 11^{ème} exposition ont montré une phagocytose active des larves. Une réaction inflammatoire a été observée avec de l'exsudation et une infiltration d'éosinophiles, de polynucléaires, de lymphocytes ainsi que de cellules géantes (Turner, Shalkop, Wilson 1960). Concernant la migration larvaire et la présence des adultes dans d'autres localisations que le sang, les résultats de cette expérimentation ont montré qu'il n'y avait aucune larve ou adulte dans le cœur, le foie, les reins, la rate, la vésicule biliaire, la vessie et la moelle épinière des 8 agneaux autopsiés. En revanche, des larves et adultes ont été retrouvés dans le muscle gracile, les muscles des lombes, le diaphragme, les poumons, la trachée et l'œsophage, la cavité abdominale, la cavité pleurale, le sac péricardique, la caillette et l'intestin grêle (Turner, Shalkop, Wilson 1960).

Une étude menée en Ukraine entre 2018 et 2020, a consisté à collecter des organes d'agneaux de race East Friesian âgés entre 6 et 8 mois à l'abattoir. Ces agneaux étaient infestés par *Strongyloïdes papillosus* à hauteur de 50 à 136 vers. Les autopsies ont montré un épaissement diffus, de l'œdème, de l'hyperhémie ainsi que des hémorragies locales au niveau de la muqueuse de l'intestin grêle et du côlon. Au niveau pulmonaire, une infiltration du tissu interstitiel par des lymphocytes, des histiocytes et des macrophages, surtout en zone périvasculaires et péribronchiques, a été observée. Des larves de *Strongyloïdes papillosus* étaient visibles dans les canaux des alvéoles et des bronches (Sorokova et al. 2021).

d) *Synthèse des signes cliniques et de la pathogénie de Strongyloïdes papillosus chez les ovins*

Signes cliniques peu évocateurs :

- Faiblesse, léthargie, inappétence, troubles respiratoires, diarrhée intermittente, polyurie
- Dermatologie : pas de dermatite lors d'une exposition unique. En cas d'exposition répétée → dermatite érythémateuse et pustuleuse

Lésions à l'histologie :

- Appareil respiratoire : congestion et emphysème : hémorragies, exsudat séreux au sein du tissu interstitiel et des alvéoles, consolidations pulmonaires
- Appareil digestif : entérite catarrhale, muqueuse épaissie, inflammée, hyperhémie, œdématisée, infiltration leucocytaire
- Larves migratrices retrouvées dans : circulation sanguine, diaphragme, poumons, trachée, œsophage, cavité abdominale, cavité pleurale, sac péricardique, muscle gracile, muscle des lombes, caillette.

Cas de morts subites :

- Atteinte cardiaque : tachycardie sinusale continue puis fibrillation ventriculaire
- Mise en évidence expérimentalement à partir d'une dose infestante de 3 200 L3 infestantes/kg de poids vif
- Réversible par un traitement à base d'ivermectine

3. Caprins

a) *Tableau clinique*

Les caprins sont le plus sensible à l'infestation par *Strongyloïdes papillosus* entre l'âge de 6 semaines et 6 mois, puis secondairement entre 6 et 12 mois. Les animaux plus âgés peuvent également être sensibles à l'infestation à cause d'un manque d'exposition ou d'une charge parasitaire trop importante. Chez des chèvres infestées expérimentalement, âgées de 1,5 mois à l'âge adulte, les signes cliniques mis en évidence sont une diarrhée transitoire, des matières fécales allongées, de la déshydratation, de l'anorexie et de l'anémie (Pienaar et al. 1999). Chez des chevreaux naturellement infestés par *Strongyloïdes papillosus*, les signes cliniques mis en évidence étaient de l'anémie, une baisse d'état corporel, ainsi que des boiteries chez 50 % des animaux et de la toux (Mahieu, Arquet, Marie-Magdeleine 2018). Dans la série d'expérimentation menée par Pienaar et al. (1999), certaines chèvres infestées ont présenté des

signes d'atteintes du système nerveux central. Les signes cliniques observés étaient des grincements de dents, un polygone de sustentation augmenté, de l'ataxie, de la stupeur, un nystagmus, un syndrome de pousser au mur (Pienaar et al. 1999).

La période pré-patente est similaire à celle observée chez les bovins, c'est-à-dire de 8 à 14 jours (Pienaar et al. 1999). Cette période pré-patente est plus étendue que celle décrite par Smith et Sherman (2009), à savoir 6 à 7 jours.

L'expérimentation menée par Turner (1959), s'est également intéressée à l'infestation par *Strongyloïdes papillosus* chez les caprins. Le protocole est identique à celui décrit précédemment chez les ovins (voir partie I, IV, 2, a). Les signes cliniques observés chez les chevreaux étaient les mêmes que chez les agneaux, à savoir de l'inappétence, de la faiblesse, de la léthargie, des difficultés respiratoires, un abreuvement anormal, de la polyurie et une consistance des matières fécales plus molle à liquide. L'excrétion fécale maximale atteinte était supérieure à 100 000 œufs de *Strongyloïdes papillosus* par gramme de fèces, 3 semaines après infestation. Les résultats cliniques sont visibles dans le tableau IX. A l'autopsie, les résultats étaient similaires pour les agneaux et le chevreau morts de strongyloïdose. Les femelles adultes de *Strongyloïdes papillosus* ont été dénombrées, la chèvre infestée avec 100 000 L3 infestantes avait 6970 vers adultes et la chèvre infestée avec 300 000 L3 avait 75 950 vers adultes dans l'intestin grêle (Turner 1959).

Tableau IX : Résultats cliniques de l'infestation expérimentale par voie percutanée par *Strongyloïdes papillosus* chez des caprins (Légende : opg = œufs par gramme) (Turner 1959).

Charge parasitaire (infestation par voie percutanée)	Nombre de chevreau	Période pré-patente	Niveau d'excrétion	Taux d'hématocrite et d'hémoglobine	Poids vif
100 000	1	9 jours	Excrétion fécale en diminution jusqu'au 82 ^{ème} jours (1980 opg)	- Hématocrite : diminution de 28 à 8 % semaine 7 puis 21 % en semaine 11 - Hémoglobine : diminution de 9,4 à 3,5 g/100mL en semaine 7 puis 7,8 g/100mL en semaine 11	Gain de poids de 2,9 kg
300 000	1	9 jours	Mort 21 jours post-infestation, excrétion de 6120 opg	- Hématocrite : diminution de 31 à 16 % - Hémoglobine : diminution de 10 à 5,4 g/100mL	Gain de poids de 1,4 kg
0 (groupe témoin)	1	/	/	Stable dans les normes de l'espèce	Gain de poids de 8,6 kg

b) Pathogénie

Dans une étude expérimentale conduite par Pienaar et al. (1999), 89 chèvres ont été infestées par des larves de *Strongyloides papillosus*, par voie percutanée. Douze groupes de chèvres ont été créés et chaque groupe était associé à un protocole expérimental d'infestation par *Strongyloides papillosus* (Tableau X).

Tableau X : Synthèse de la composition et du protocole expérimental d'infestation de larves de *Strongyloides papillosus*, par voie percutanée sur 89 chèvres (Pienaar et al. 1999).

	Nombre de caprins	Age des caprins	Dose infestante totale (nombre de larves ($\times 10^3$))	Nombre de doses infestantes	Autres
Groupe 1	7	2 à 24 mois	445 à 3337	Plusieurs (non précisé)	/
Groupe 2	6	1,5 à 14 mois	230 à 650	2 à 5	/
Groupe 3	5	3 mois à adulte	1035 à 1485	21 à 30	Supplémentation en vitamine E et sélénium
Groupe 4	5	3 mois à adulte	485 à 785	18 à 50	Supplémentation en vitamine E et sélénium
Groupe 5	3	4 à 5 mois	75 à 100	3 à 4	/
Groupe 6	13	4 à 12 mois	4 à 15	2 à 3	/
Groupe 7	16	2 mois à adulte	100 à 500	1 à 2	Supplémentation en vitamine E et sélénium
Groupe 8	15	8 à 15 mois	28 à 50	1 à 2	/
Groupe 9	4	Adulte	825 à 1250	3 à 4	Supplémentation en vitamine E et sélénium
Groupe 10	5	14 mois à adulte	550 à 1050	11 à 12	/
Groupe 11	6	Adulte	50	1	/
Groupe 12	4	Adulte	Métabolites de 7,5 larves	1	/
Groupe témoin	5	6 mois à adulte	/	/	/

Les lésions mises en évidence lors de ces expérimentations, chez les chèvres infestées et autopsiées, sont listées ci-dessous dans le tableau XI. Tout ce qui suit en termes de signes cliniques, d'histopathologie et de pathologie clinique s'appuie uniquement sur les expérimentations de Pienaar et al. (1999).

Tableau XI : Incidence des lésions mises en évidence chez les chèvres infestées expérimentalement par *Strongyloides papillosus* et autopsiées (Pienaar et al. 1999).

Lesion	Percentage
Bile stasis	64
Cachexia	58
Enteritis	57
Mesenteric lymphadenopathy	55
Nephrosis	51
Myopathy	47
Hydropericardium	45
Interstitial pneumonia	42
Oedema of lungs	40
Oedema of mesenterium	38
Anaemia	30
Petechiae in intermuscular fascia	26
Myocardial degeneration	25
Hydrothorax	21
Peritonitis	17
Hepatomegaly	15
Ascites	15
Typhlitis	15
Cholecystitis	13
Splenomegaly	13
Hepatitis (haemorrhages and scars)	11
Nephritis	8
Oedema of mediastinum	8
Rupture of liver and haemoperitoneum	6
Congestion of lungs	4
Perforating cholecystitis and peritonitis	4
Colitis	2
Haemorrhage in skeletal muscles	2

i. Foie et vésicule biliaire

Au niveau hépatique la lésion la plus fréquente est l'hépatomégalie. Plusieurs cas de rupture hépatique et un hémopéritoine secondaire, ont été identifiés, ainsi que des cicatrices au niveau du foie qui pourraient être des traces d'anciennes ruptures hépatiques (Pienaar et al. 1999).

ii. Tube digestif

Au niveau du tractus digestif, une entérite légère ou modérée était fréquemment présente, en association avec un œdème mésentérique. Des érosions de la valvule iléo-caecale, une atonie du caecum et du côlon, une typhlite érosive, une stase des pré-estomacs, une dilatation du duodénum ont également été observées chez les chèvres infestées. Enfin, des matières fécales déformées et rétrécies contenant davantage de fibres non digérées ont fréquemment été mise en évidence (Pienaar et al. 1999).

iii. Système lymphatique

Au niveau de la rate et des nœuds lymphatiques, une splénomégalie légère à sévère a été observée dans 13 % des cas. Les nœuds lymphatiques mésentériques étaient hypertrophiés et œdémateux dans 55 % des cas. De l'œdème pulmonaire et une pneumonie interstitielle étaient associés à une hypertrophie des nœuds lymphatiques trachéo-bronchiques (Pienaar et al. 1999).

iv. Reins

Au niveau rénal, une néphrose a été observée dans 51% des cas, associée à de la tuméfaction et une couleur brun-jaune clair et mouchetée. Chez deux chèvres des pétéchies ont été observées dans le cortex rénal (Pienaar et al. 1999).

v. Poumons

Au niveau pulmonaire, un œdème des alvéoles et parfois un œdème septal ont été observés. Les autres lésions mises en évidence étaient des zones d'atélectasie, une pneumonie ou une pneumonie interstitielle dans 42 % des cas. Ces lésions ont été observées principalement sur les lobes crâniens et médians mais parfois également sur les lobes caudaux. Enfin, de nombreuses pétéchies ont été mises en évidence chez les chèvres mortes pendant la phase aiguë de la maladie (Pienaar et al. 1999).

vi. Cœur

Au niveau cardiaque, une dégénérescence du myocarde a été suspectée dans 25 % des cas. Le myocarde avait une couleur brune plus claire et dans certains cas des zones plus pâles ont été mises en évidence au niveau des muscles papillaires ou dans le septum et la paroi du ventricule droit (Pienaar et al. 1999).

vii. *Muscles squelettiques*

Concernant les muscles squelettiques, des zones de dégénérescence étaient présentes dans 47 % des cas (hors chèvres avec une atrophie généralisée des muscles squelettiques). Des pétéchies ont également été observées au niveau des fascia intermusculaires et parfois dans les muscles (Pienaar et al. 1999).

viii. *Système nerveux*

A l'autopsie, aucune lésion macroscopique n'a été mise en évidence au niveau du système nerveux central (Pienaar et al. 1999).

ix. *Système cutané*

Chez des chèvres précédemment immunisées à l'infestation par *Strongyloïdes papillosus*, l'exposition à des larves infestantes directement sur la peau conduit à une irritation et des contractions de la peau en une à trois minutes. Les chèvres semblaient agitées et cherchaient à gratter la zone sur laquelle les larves ont été déposées. En trois à cinq minutes, de l'érythème diffus et irrégulier est apparu, prenant une couleur rouge pourpre en 5 à 10 minutes, cet érythème est resté visible jusqu'à 20 heures après l'infestation. Un gonflement de la zone a également été observé au bout de 5 minutes et a augmenté pour tripler de volume en une heure, ce gonflement était maximal au bout de 24 à 30 heures et a persisté jusqu'à 8 jours. Des papules et pustules ont été observées entre 20 et 48 heures. Enfin un exsudat séro-sanguinolent a été observé chez 30 % des chèvres. Des réactions cutanées ont également été mises en évidence lors d'injections sous-cutanée de métabolites larvaires. Un gonflement similaire à celui des chèvres immunisées et exposées à des larves infestantes a été observé, celui-ci était maximal entre 21 et 29 heures après injection (Pienaar et al. 1999).

c) *Histopathologie*

i. *Intestin grêle*

Les lésions de l'intestin grêle ont été étudiées par histopathologie dès le jour 9 post-infestation lorsque *Strongyloïdes papillosus* était déjà présent dans le duodénum et le jéjunum. Le parasite a été retrouvé dans le duodénum, le jéjunum et l'iléon, le lieu le plus fréquent étant

le jéjunum. Le parasite ainsi que les œufs étaient localisés dans la muqueuse de l'intestin grêle et n'ont jamais été retrouvés après la couche *muscularis mucosae*. Les œufs formaient des cordons à l'intérieur de la lamina propria, en général accompagnés de matière mucoïde et de bactéries. Quand les bactéries étaient en grand nombre, elles étaient accompagnées d'une infiltration d'éosinophiles, de lymphocytes et de plasmocytes. Enfin, des parasites et des œufs ont également été retrouvés dans la lumière intestinale.

Les lésions de la muqueuse intestinale sont initiées par la pénétration des larves dans la muqueuse puis elles sont aggravées par la migration larvaire et la production d'œufs. Au sein de la muqueuse, les cryptes étaient souvent dilatées par la présence de débris cellulaires à savoir des cellules épithéliales, des neutrophiles et du mucus. Des hémorragies dans la muqueuse ont été mises en évidence, ainsi que de la nécrose épithéliale au niveau de l'extrémité des villosités conduisant à des érosions. Un œdème des différentes couches de la muqueuse intestinale était souvent présent, par conséquent les villosités étaient gonflées, élargies et aplaties.

Une réaction cellulaire de type mixte a été observée, ainsi que de fréquents foyers purulents. Les plaques de Peyer quant à elles étaient subnormales, hyperplasiques ou hypoplasiques (Pienaar et al. 1999).

ii. *Système nerveux*

A l'histopathologie des lésions de l'encéphale et de la moelle épinière ont été identifiées. Ces lésions sont caractérisées par un état spongieux avec une vacuolisation marquée de la substance blanche, de la substance grise et de certains noyaux. Cet état spongieux a été observé dans 43 % des cas. Les sites principaux pour ces lésions sont la région nucléaire du cervelet, le corps strié, le thalamus, le mésencéphale et la moelle épinière. D'après les auteurs, la sévérité des lésions était corrélée avec la présence de signes nerveux chez les chèvres infestées. Les auteurs concluent que la spongiose est induite par une dose unique ou multiple, faible ou élevée de larves. Ces lésions pouvant être observées jusqu'à 9 mois post-infestation. La présence de signes neurologiques n'a été mise en évidence dans aucun autre essai expérimental ou étude de terrain et dans aucune autre espèce (Pienaar et al. 1999).

iii. *Système cutané*

Des prélèvements cutanés ont été réalisés à l'autopsie chez deux chèvres, elles présentaient de multiples foyers purulents dans les papilles dermiques qui contenaient des larves (Pienaar et al. 1999).

Dans le cas d'une pénétration de la larve par voie cutanée, la peau ne présente aucune lésion histologique à la première exposition, en revanche en cas d'exposition répétée une dermatite pustuleuse se développe en réponse à un phénomène de résistance de l'hôte. Cette dermatite pustuleuse est caractérisée par de l'œdème, une infiltration par des cellules inflammatoires et notamment des neutrophiles, des éosinophiles, des lymphocytes et des cellules géantes. Elle aboutit à la destruction de la larve (Smith, Sherman 2009). Ce phénomène est davantage décrit chez les ovins (Turner, Shalkop, Wilson 1960). D'autres auteurs rapportent que les chèvres atteintes, surtout après des conditions environnementales pluvieuses, trépigment, dansent et grignotent leurs pieds (Baxendell 1987).

d) Synthèse des signes cliniques et de la pathogénie de Strongyloïdes papillosus chez les caprins

Signes cliniques peu évocateurs :

- Faiblesse, léthargie, inappétence, troubles respiratoires, diarrhée transitoire, matières fécales allongées, déshydratation, anémie, polyurie
- Dermatologie : pas de dermatite lors d'une exposition unique. En cas d'exposition répétée → dermatite érythémateuse et pustuleuse
- Signes nerveux : bruxisme, augmentation du polygone de sustentation, ataxie, stupeur, nystagmus, pousser au mur

Lésions à l'histologie :

- Appareil respiratoire : œdème des alvéoles pulmonaires, atélectasie, pétéchies
- Appareil digestif : entérite catarrhale et œdème mésentérique, iléite, typhlite, hépatomégalie, rupture hépatique
- Splénomégalie, hypertrophie des nœuds lymphatiques mésentériques
- Néphrose
- Dégénérescence du myocarde suspectée
- Larves migratrices retrouvées dans les muscles squelettiques

V. Diagnostic

Le diagnostic est habituellement réalisé par la méthode de coproscopie. D'après les éléments bibliographiques précédents, la relation entre la charge parasitaire et l'excrétion d'œufs n'est pas connue. Cependant, les résultats sont rendus de façon quantitative en nombre d'œufs par gramme de matières fécales.

Lors d'infestation naturelle, les coproscopies peuvent être positives très précocement, soit à partir de 8 à 10 jours d'âge chez les veaux. Le pic d'excrétion se situe entre 3 et 8 semaines d'âge et dépend du moment où le veau s'est contaminé, il ne dure que très peu de temps avec de forts niveaux d'excrétion, de mille à plusieurs milliers d'œufs par gramme de fèces (Figure 5) (Alzieu et al. 2015). Une très forte réaction immunitaire se met rapidement en place et aboutit à des niveaux d'excrétions beaucoup plus faibles, inférieurs à 100 œufs par gramme en général (Alzieu et al. 2018).

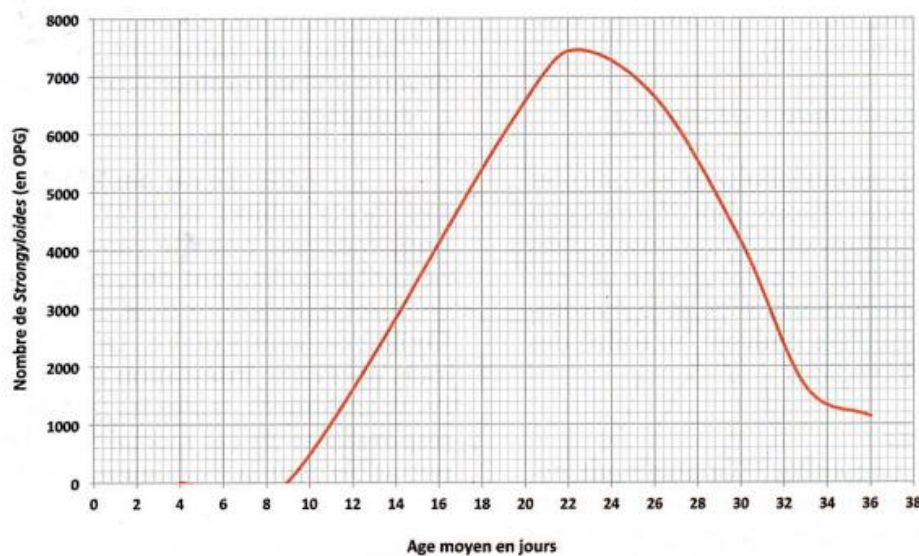


Figure 5 : Exemple de cinétique d'excrétion fécale de *Strongyloïdes spp.* sur un même lot de 5 veaux analysés en coproscopie de mélange par flottaison au sel, d'après le LVD 09 (Alzieu et al. 2015).

D'après Alzieu et al. (2011), *Strongyloïdes papillosus* est largement sous-diagnostiqué chez les bovins en France du fait d'un tableau clinique peu évocateur et du liquide de flottation utilisé en coproscopie. Une série d'expérimentations menées au Laboratoire Vétérinaire Départemental de l'Ariège, a consisté à comparer deux liquides de flottation, le sel à la densité de 1,20 et le sulfate de zinc à la densité de 1,35, pour dénombrer des œufs de *Strongyloïdes papillosus*. Les résultats de cette expérimentation sont présentés dans le tableau XII. Ces expérimentations ont montré que le sulfate de zinc à la densité 1,35 est un facteur de sous-évaluation des œufs de *Strongyloïdes papillosus* en coproscopie. Les liquides de flottation avec

une densité élevée, supérieur à 1,25 (Alzieu et al. 2011) ou supérieur à 1,30 (Alzieu et al. 2018), provoqueraient l'éclatement des œufs de *Strongyloides papillosus*. (sulfate de zinc, iodo-mercure de potassium, etc.) (Alzieu et al. 2011). D'après Alzieu et Dorchie (2015), la méthode au sel à la densité de 1,20, c'est-à-dire une solution de NaCl saturée à 40 %, serait la solution de flottation la plus indiquée pour le diagnostic de *Strongyloides papillosus*, tout comme pour les coccidies (Alzieu, Dorchie 2015). Cette information doit être modérée, en effet il s'agit d'un travail effectué sur un faible nombre d'échantillons, avec uniquement deux liquides de flottation testés. Cette information n'a pas été identifiée dans d'autres sources de bibliographies.

Tableau XII : Exemple de comparaison "en doublon" des résultats obtenus pour le dénombrement d'œufs de *Strongyloides spp.* en flottation au sel et au sulfate de zinc (méthode de Mac-Master) par deux techniciens sur des échantillons identiques (Alzieu et al. 2011).

NUMÉRO ÉCHANTILLON	TECHNICIEN A/B	MÉTHODE "AU SEL", DENSITÉ 1,20	SULFATE DE ZINC, DENSITÉ 1,35 (MÉTHODE DE MC MASTER)
1	A	10 050 OPG	300 OPG
	B	8 150 OPG	500 OPG
2	A	0	0
	B		
3	A	8 500 OPG	200 OPG
	B	9 100 OPG	100 OPG
4	A	36 000 OPG	800 OPG
	B	42 100 OPG	1 050 OPG
5	A	400 OPG	0
	B		
Mélange 1, 2, 3, 4, 5	A	25 150 OPG	450 OPG
	B	22 400 OPG	500 OPG

[1] Au même moment avec le même matériel, etc.
OPG : œufs/g.

Chez les ruminants, les œufs larvés sont facilement identifiables par coproscopie par flottation, ce sont des œufs de petites tailles, ovales et à coques minces (Thamsborg et al. 2017). Ces œufs larvés contiennent une larve L1 repliée sur elle-même, ils sont quadrangulaires à bords parallèles et de coloration claire. Ils mesurent entre 35 et 50 µm de longueur et entre 25 et 30 µm de largeur (Beugnet, Polack, Dang 2004).



Figure 6 : Œuf de *Strongyloides papillosus* en microscopie optique à l'objectif 40 (Alzieu, Dorchies 2015).

D'après Alzieu et Dorchies (2015), pour pallier aux fortes variations interindividuelles d'excrétion fécale de *Strongyloides papillosus*, il est recommandé de réaliser des coproscopies de mélange. Le diagnostic via la coproscopie de mélange permettrait de renseigner sur la présence d'un cycle de Strongyloïdose chez les animaux prélevés. Ce mélange doit être constitué de cinq échantillons provenant d'animaux de la même tranche d'âge, mélangé à part égale. Cet échantillonnage confère d'après les auteurs, une valeur prédictive qualitative positive de 70 à 80 % (Alzieu, Dorchies 2015).

Le score de réduction d'excrétion fécale est également un outil diagnostique intéressant. Mahieu, Arquet et Marie-Magdeleine (2018), considèrent *Strongyloides papillosus* comme sensible à une molécule anthelminthique quand le score de réduction d'excrétion d'œufs dans les matières fécales est supérieur ou égal à 95 %, avec une limite inférieure de l'intervalle de confiance supérieur ou égale à 90 % (Mahieu, Arquet, Marie-Magdeleine 2018), selon les lignes directrices de l'Association Mondiale pour l'Avancement de la Parasitologie Vétérinaire (WAAVP) (Coles et al. 2006).

VI. Traitement

1. Ruminants

a) Traitements anthelminthiques adulticides

Le traitement de la strongyloïdose chez les ruminants repose sur les anthelminthiques, avec la famille des lactones macrocycliques comme l'ivermectine, la doramectine, la moxidectine ((Smith, Sherman 2009) ; (Marley et al. 1999) ; (Ranjan, DeLay 2004) ; (Tassi, Barth, Gross 1990)), la famille des benzimidazoles avec l'albendazole (Dimitrijević et al. 2012) et le fenbendazole (Smith, Sherman 2009), ou encore la famille des imidazothiazoles avec le lévamisole (Smith, Sherman 2009).

Les benzimidazoles ont deux mécanismes d'action sur les parasites. Le premier consiste en une interférence avec la fonction microtubulaire du vers par une fixation irréversible sur la β -tubuline. Ce phénomène provoque un blocage de la polymérisation de la tubuline et ainsi la dépolymérisation (équilibre dynamique). Le second mécanisme consiste au blocage du métabolisme énergétique des cellules du parasite via l'inhibition de la fumarate-réductase mitochondriale (spécifique des helminthes). Les benzimidazoles sont actifs sur les vers adultes ainsi que les larves L4 des nématodes digestifs et pulmonaires (Rostang, Puyt 2024).

Les lactones macrocycliques interfèrent avec les canaux à chlorures glutamate dépendant ainsi que GABA-dépendant des synapses. Ce mécanisme provoque l'ouverture des synapses et ainsi une hyperpolarisation à l'origine d'une paralysie flasque. Cette paralysie provoque la mort du parasite en 24 heures environ. Les lactones macrocycliques sont adulticides et larvicides, y compris sur les formes enkystées (Rostang, Puyt 2024).

Le lévamisole est un cholinomimétique, Il s'agit d'un agoniste de l'acétylcholine sur les récepteurs nicotiques. Il agit sur les parasites en provoquant une paralysie musculaire spastique, rapidement mortelle. Le lévamisole est actif sur les stades adultes des nématodes (Rostang, Puyt 2024).

b) Traitements anthelminthiques larvicides

Rebollo et al. (2003) ont conduit une étude dont l'objectif était de tester 11 anthelminthiques (levamisole, trichlorfon, morantel, methyuridine, piperazine citrate, ivermectine, diethylcarbazine, flubendazole, thiabendazole, parbendazole, praziquantel), 7 pesticides (dichlorvos, dimethyl 4-nitro-m-tolylphosphorothionate (MEP), disulfoton, o-sec-butylphenyl methylcarbamate (BPMC), Cartap, pentachlorophenol (PCP), propoxur) et 4 désinfectants

(chlorure de triméthyl ammonium, iode, orthodichlorobenzène, phénol) contre les larves de *Strongyloides papillosus* et *Strongyloides venezuelensis*.

Le lévamisole est un cholinomimétique actif sur les stades adultes des nématodes, il n'est habituellement pas décrit comme un anthelminthique larvicide. Le trichlorfon est un organosphosphoré avec une action acaricide. Le morantel fait partie de la famille des tétrahydropyrimidines. Cette famille a le même mécanisme d'action que les imidazothiazoles (lévamisole). Il s'agit de cholinomimétique, actif sur les vers adultes et une action médiocre sur les formes larvaires. La pipérazine est un agoniste sélectif du GABA. Cette molécule provoque une hyperpolarisation de la membrane nerveuse des parasites et ainsi une paralysie flasque qui est réversible et non létale. Elle possède une action nématodifuge surtout sur les formes adultes. La diéthylcarbamazine est un dérivé de la pipérazine. L'ivermectine appartient à la famille des lactones macrocycliques. Le mécanisme d'action de cette famille est d'interférer avec les canaux à chlorures glutamate dépendant et GABA-dépendant. Les lactones macrocycliques sont actives sur les formes adultes, larvaires et enkystées des nématodes. Le flubendazole, le thiabendazole et le parabendazole, font partie de la famille des benzimidazoles. Ils agissent via deux mécanismes, l'interférence avec la fonction microtubulaire et l'inhibition de la fumarate-réductase mitochondriale. Leur action est dirigée vers les parasites adultes ainsi que les larves L4 des nématodes. Le praziquantel provoque une contraction tétanique chez les cestodes, les empêchant de se fixer à la muqueuse digestive de leur hôte. Il s'agit d'une molécule avec un spectre étroit essentiellement dirigé contre les formes adultes des cestodes (Rostang, Puyt 2024).

La concentration létale 50 (CL50) a été déterminée pour chacune de ces molécules à plusieurs dilutions. Les résultats montrent que les anthelminthiques les plus efficaces sont le lévamisole et le trichlorfon. La concentration létale 50 est obtenue à 0,24 partie par million (ppm) avec le lévamisole et 0,59 ppm avec le trichlorfon. Pour les pesticides, la concentration létale 50 est obtenue à 0,08 ppm pour le dichlorvos et 0,58 ppm pour MEP. Enfin, pour les désinfectants, la CL 50 est atteinte à 5,53 ppm pour le chlorure de triméthyl ammonium. D'après les auteurs ce désinfectant pourrait être utile pour la désinfection des pieds des animaux ou des bottes en produit de trempage dans un pédiluve. De la même façon, le dichlorvos pourrait être utilisé pour la désinfection des locaux infectés contre les larves de *Strongyloides spp.* Le lévamisole à 2,5 % dilué dans l'eau peut être utilisé pour soulager les démangeaisons notamment sur les mains des personnes atteintes de larva migrans cutanées (Rebollo et al. 2003).

c) Complément aux traitements anthelminthiques

Un complément aux anthelminthiques dans la lutte contre les nématodes gastro-intestinaux des animaux domestiques pourrait être l'utilisation des champignons nématophages (Braga et

al. 2020). Plusieurs champignons nématophages ont été testés, par exemple *Duddingtonia flagrans* (AC001), *Arthrobotrys robusta* (I31), *Monacrosporium thaumasium* (NF34) et *Arthrobotrys conoides* (I40) seuls ou en association (Da Silveira et al. 2017). Ces champignons nématophages interviennent uniquement au niveau fécal. Ils peuvent se présenter sous différentes formes, mycéliums, conidies, chlamydo-spores. Ils sont incorporés dans l'alimentation des animaux dans de l'alginate de sodium, des grains d'orge ou encore dans des blocs de minéraux et distribués aux animaux par voie orale (Da Silveira et al. 2017). Les spores de *Duddingtonia flagrans* ne sont pas détruites lors de la digestion chez les ruminants grâce à leur paroi épaisse, et elles germent dans les matières fécales (Maurer 2022). Une fois développé, le champignon forme différents types de pièges permettant de capturer, de paralyser et de consommer les larves des parasites gastro-intestinaux, avant que ceux-ci ne puissent contaminer l'environnement (Maurer 2022).

Une formulation fongique contenant la souche AC001 *Duddingtonia flagrans*, Bioverm®, est autorisée depuis 2019 par le Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de l'Approvisionnement au Brésil. Elle est indiquée pour prévenir les helminthes gastro-intestinaux chez les caprins, ovins et bovins. Bioverm® contient 10⁵ chlamydo-spores de *Duddingtonia flagrans* par gramme de produit solide. Une étude menée par Braga et al. (2020), a cherché à évaluer l'efficacité de Bioverm® pour contrôler le parasitisme interne des ovins. Deux tests in vitro ont consisté à incuber le champignon *Duddingtonia flagrans* en présence de larves L3 infestantes d'*Haemonchus contortus* et de *Strongyloïdes papillosus*. Les résultats ont montré une réduction du nombre de larves L3 d'*H. contortus* de 85 % et une réduction de 99 % pour les larves de *S. papillosus* en présence du champignon *Duddingtonia flagrans*. L'efficacité du bioverm® a été démontrée après passage dans le tractus digestif des ovins. Le champignon était efficace dès 12 heures après administration orale aux ovins et a maintenu une viabilité jusqu'à 60 heures post-traitement. De plus, pour le groupe traité le développement des larves d'*H. contortus* était diminué par rapport au groupe témoin (Braga et al. 2020).

2. Caprins

a) Traitements anthelminthiques avec Autorisation de Mise sur le Marché chez les caprins

Les traitements anthelminthiques avec Autorisation de Mise sur le Marché (AMM) chez les caprins sont listés dans le tableau XIII (Rostang 2016). Les molécules pour lesquelles la lutte contre *Strongyloïdes papillosus* est indiquée dans l'AMM sont présentées en gras, il s'agit du Disthelm® 2,5 %, Valbazen® moutons et chèvres 1,9 %, Rintal® suspension 10 %, Panacur® 2,5 et 4 %, Oxfenil® 2,265 % et le Synanthic®.

Tableau XIII : Antiparasitaires disponibles avec autorisation de mise sur le marché chez les caprins ; (légende : SGI = Strongles Gastro-Intestinaux ; DL = *Dicrocoelium lanceolatum* ; FH = *Fasciola hepatica* ; AMM = autorisation de mise sur le marché) (Rostang 2016).

Principe actif	Nom déposé avec AMM caprin	Posologie caprins	Posologie ovins	Posologie bovins	Temps attente caprins	
					Lait (en jours)	Viande et abats (en jours)
Albendazole	Disthelm® 2,5 %	7,5 mg/kg (SGI) – 15 mg/kg (DL) (3 à 6 mL/10kg)	3,8 mg/kg (SGI) à 15 mg/kg (DL)	7,5 mg/kg (SGI) à 10 mg/kg (FH)	Interdit	10
	Valbazen® moutons et chèvres 1,9 %	7,5 mg/kg (SGI) – 15 mg/kg (DL) (3 à 6 mL/10kg)	3,8 mg/kg (SGI) à 15 mg/kg (DL)	7,5 mg/kg (SGI) à 10 mg/kg (FH)	4 à 6	5 à 10
Fébantel	Rintal® suspension 10 %	10 mg/kg (1 mL/10kg)	5 mg/kg	7,5 mg/kg	9,5	17
Fenbendazole	Panacur® 2,5 %	10 mg/kg (4 mL/10kg)	5 mg/kg	7,5 mg/kg	8,5	16
	Panacur® 4 %	10 mg/kg (2,5 g/10kg)	5 mg/kg	7,5 mg/kg	8,5	19
Oxfendazole	Oxfenil® 2,265 %	10 mg/kg (4,4 mL/10kg)	5 mg/kg	4,5 mg/kg	14	28
	Synanthic®	10 mg/kg (4,4 mL/10kg)	5 mg/kg	4,5 mg/kg	14	28
Eprinomectine	Eprinex® multi (AMM du 27/07/2016)	1 mg/kg (2 mL/10kg)	1 mg/kg	0,5 mg/kg	0	1
	Eprecis® (AMM du 22/04/2020)	0,2 mg/kg (0,1 mL/10kg)	0,2 mg/kg	0,2 mg/kg	0	42

b) Traitements anthelminthiques adulticides rapportés dans la littérature

Mahieu, Arquet et Marie-Magdeleine (2018) ont conduit une étude en station expérimentale sur des chèvres Créole en Guadeloupe, pour tester l'efficacité de différents anthelminthiques sur les strongles gastro-intestinaux et *Strongyloïdes papillosus*. Leur étude a porté sur un cheptel de chevreaux mâles sevrés d'environ 7 mois d'âge. Il s'agit de caprins ayant accès au pâturage, naturellement infestés par des strongles gastro-intestinaux et *Strongyloïdes papillosus*.

Une première série d'expérimentations conduite en septembre 2015 sur 46 chevreaux, avait pour objectif d'étudier l'efficacité de la moxidectine sur *Strongyloides papillosus*. Le niveau d'infestation moyen des chevreaux était de de 10 100 œufs de strongles gastro-intestinaux par gramme dans les matières fécales et de 7 990 œufs pour *Strongyloides papillosus*. La moxidectine était considérée comme efficace par les auteurs pour réduire la population de strongles gastro-intestinaux avec un score de réduction fécale de 99,9 %. En revanche, le score de réduction d'excrétion fécale de la moxidectine pour *Strongyloides papillosus* était uniquement de 55,5 %. Les auteurs rapportent une utilisation de la moxidectine tous les deux mois depuis 8 ans, avant cette étude, chez les chèvres de cette station expérimentale. Cette surutilisation de la moxidectine comme anthelminthique est une explication possible à la baisse d'efficacité de cette molécule contre *Strongyloides papillosus* (Mahieu, Arquet, Marie-Magdeleine 2018).

Une seconde expérimentation conduite en mars 2016 sur 50 chevreaux, avait pour objectif d'étudier l'efficacité de quatre anthelminthiques sur *Strongyloides papillosus*. Les auteurs ont utilisé le score de réduction d'excrétion fécale pour déterminer l'efficacité des molécules utilisées. Les œufs de strongles gastro-intestinaux et de *Strongyloides papillosus* ont été dénombrés dans les matières fécales des chevreaux, le jour du traitement et 14 jours après. Les anthelminthiques testés étaient : l'albendazole à 7,5 mg/kg ; le néobimin à 11,25 mg/kg ; le néobimin double dose à 22,5 mg/kg ; le lévamisole à 11,25 mg/kg et l'ivermectine à 0,3 mg/kg. Les auteurs ont considéré *Strongyloides papillosus* comme sensible à une molécule anthelminthique quand le score de réduction d'excrétion d'œufs dans les matières fécales était supérieur ou égal à 95 %. Le lévamisole et l'ivermectine ont montré un score de réduction d'excrétion fécale faible pour *Strongyloides papillosus*, respectivement 1,4 % et 53,5 %. L'albendazole, le néobimin ainsi que le néobimin à double dose ont quant à eux des scores de réduction d'excrétion fécale supérieurs à 95 %, à savoir respectivement 96,3 %, 99,2 % et 99,9 %. Ainsi, l'albendazole et le néobimin ont été considéré comme des anthelminthiques efficaces pour contrôler *Strongyloides papillosus* en cas d'infestation chez des caprins (Mahieu, Arquet, Marie-Magdeleine 2018).

VII. Prévention

Les facteurs de risque identifiés sont la consommation du colostrum et l'élevage sur une litière contaminée notamment les litières accumulées, facteur aggravant en comparaison de l'élevage sur caillebotis (Jäger et al. 2005). Les conditions favorables pour le développement larvaire sont une surdensité d'animaux, un paillage insuffisant, une température et une humidité élevée surtout au niveau des litières ((Alzieu, Dorchies 2015) (Dorchies 2010)).

Les notions de prévention concernant la Strongyloïdose sont très peu documentées dans la littérature. Selon les auteurs, la prévention passe par la gestion de l'environnement et des litières ((Smith, Sherman 2009) ; (Thamsborg et al. 2017)).

VIII. Bilan

- ❖ Biologie du parasite
 - Parasite gastro-intestinal obligatoire des ruminants domestiques
 - Cycle complexe : cycle homogonique et hétérogonique ; importance des conditions environnementales
- ❖ Biologie et cycle chez l'hôte
 - Contamination par voie percutanée ou per os ; migration complexe
- ❖ Clinique et pathogénie chez les caprins
 - Période prépatente chez les caprins : 6 à 7 jours (Smith, Sherman 2009) ; 9 jours (Turner 1959) ; 8 à 14 jours (Pienaar et al. 1999)
 - Signes cliniques peu évocateurs :
 - Faiblesse, léthargie, inappétence, troubles respiratoires, diarrhée transitoire, matières fécales allongées, déshydratation, anémie, polyurie
 - Dermatite érythémateuse et pustuleuse
 - Signes nerveux : bruxisme, augmentation du polygone de sustentation, ataxie, stupeur, nystagmus, pousser au mur
- ❖ Prévalence coproscopique chez les caprins : grande disparité → 0,7 à 84,6 %
- ❖ En France, département des Deux Sèvres, en 1991 : prévalence individuelle de 36 % (Chartier, Reche 1992)
- ❖ Diagnostic
 - Très grande disparité des niveaux d'infestation
 - Liquide de densité > 1,30 → éclatement des œufs de *Strongyloides papillosus*
 - Coproscopie de mélange car fortes variations interindividuelles d'excrétion fécale
- ❖ Traitements : lactones macrocycliques, benzimidazoles, imidazothiazoles
- ❖ Facteurs de risque : consommation du colostrum, densité élevée, paillage insuffisant, litière chaude et humide

Partie 2 : Etude expérimentale

I. Objet de l'étude

1. Analyse du problème

La strongyloïdose caprine est peu documentée, deux études assez anciennes se sont intéressées à l'infestation expérimentale des chèvres par *Strongyloides papillosus*. Les signes cliniques observés lors de ces travaux chez les chèvres sont des signes cutanés, respiratoires, digestifs ou encore neurologiques ((Turner 1959) ; (Pienaar et al. 1999)). Des lacunes dans la littérature publiée concernant la Strongyloïdose chez les caprins restent à explorer. En effet, chez les caprins, le pouvoir pathogène de *Strongyloides papillosus* n'est pas établi. Il n'existe aucune recommandation en matière de seuil de traitement par rapport à un résultat coproscopique. Cette absence de références quant aux seuils d'excrétion d'œufs de *Strongyloides papillosus* dans les matières fécales conduit à des pratiques de traitement très variables d'un vétérinaire à l'autre (aucun traitement, traitement si excrétion élevée, traitement dès présence d'œufs de *Strongyloides papillosus* à la coproscopie). La notion de niveau d'excrétion élevée est également laissée à l'interprétation du vétérinaire. Il n'existe aucune publication chez les ruminants établissant un lien entre une charge parasitaire au niveau digestif et une excrétion fécale d'œufs de *Strongyloides papillosus*. Les facteurs de variation de l'excrétion fécale de *Strongyloides papillosus* ne sont pas connus et ainsi ne permettent pas de formuler de recommandations en termes de prévention.

2. Questions de recherche et objectifs du travail

L'objectif général de ce travail est de décrire la dynamique d'infestation par *Strongyloides papillosus* dans des troupeaux caprins laitiers, par coproscopie quantitative. Les troupeaux caprins sélectionnés devront être représentatifs de l'élevage caprin dans les Deux sèvres, et plus généralement de la région grand Ouest, à savoir des chèvres élevées en bâtiment, des lots d'âges variables (primipares et multipares) et des performances laitières conforme à l'attendu. Le premier objectif spécifique de cette étude est de décrire l'excrétion fécale et la cinétique d'excrétion d'œufs de *Strongyloides papillosus* à l'échelle des élevages. Le deuxième objectif est de décrire la cinétique d'excrétion individuelle de *Strongyloides papillosus* chez les chèvres laitières adultes. Enfin, le troisième objectif est de déterminer des facteurs de variations de l'excrétion de *Strongyloides papillosus*, en s'intéressant notamment à l'aspect des matières fécales, à la note d'état corporel, à la parité, au rang de lactation, au stade de lactation, au type de lactation (lactation classique ou lactation longue) et au niveau de production laitière.

II. Matériel et méthode

Le travail est réalisé dans des troupeaux caprins de la clientèle de la clinique vétérinaire Meveto à Chiché dans les Deux Sèvres.

1. Pré-recrutement

Des élevages caprins avec un historique de résultat positif pour *Strongyloïdes papillosus* par coproscopie sont identifiés dans le logiciel de gestion clientèle de la clinique vétérinaire Meveto, et les éleveurs contactés. Le premier contact téléphonique réalisé par le Dr Benoît Forestier consiste à expliquer rapidement le protocole de thèse. Ainsi qu'à récolter des informations auprès des éleveurs de façon à ne retenir que des élevages correspondant exactement aux critères souhaités : présence de cornadis ou possibilité de bloquer les chèvres, adhérent au contrôle laitier officiel ou non officiel, motivation des éleveurs.

Puis des coproscopies de mélange sont réalisées dans les élevages répondant aux critères. Pour chaque élevage, cinq chèvres sont sélectionnées au hasard, par lot, et sont prélevées individuellement directement au niveau du rectum. Ces prélèvements sont réalisés par le Dr Benoît Forestier. Au laboratoire de l'ANSES de Niort, un mélange comprenant cinq grammes de matière fécale de chaque chèvre est réalisé, permettant d'obtenir un mélange de matière fécale par lot. Les coproscopies sont réalisées sur ces mélanges de matières fécales suivant la méthode décrite ci-après au point 7.

2. Recrutement des élevages

Seuls les élevages avec au moins un lot de chèvres positif pour *Strongyloïdes papillosus* lors de la coproscopie de pré-recrutement sont retenus. Lors du contact téléphonique pour inclusion dans l'expérimentation réalisé par Marine Piriou, les éleveurs sont informés du protocole et un questionnaire succinct concernant les pratiques d'élevage est complété, si les éleveurs acceptent de s'engager. Ce questionnaire regroupe les informations suivantes :

- Nombre de lots de chèvres en lactation
- Nombre de chèvres par lot
- Présence de chèvres en lactation longue
- Présence de cornadis et pour quels lots
- Nombre de lots de chevrettes
- Nombre de chevrettes par lot
- Heure de fin de traite

3. Engagement des éleveurs

Les éleveurs recrutés pour ce travail s'engagent verbalement à se rendre disponibles pour les différentes visites d'élevage, notamment afin de bloquer les chèvres aux cornadis pour la réalisation des prélèvements. Aucune contrainte n'est imposée aux éleveurs en termes de gestion d'élevage. En particulier, ni la stabilité des lots ni la nécessité de conserver les chèvres incluses tout au long du protocole ne sont imposées. En revanche, les éleveurs s'engagent à ne pas réaliser de traitement antiparasitaire à visée strongles digestifs, pendant la durée de l'étude. Un document d'engagement contractuel concernant le traitement des données personnelles est signé par les deux parties, éleveurs et expérimentateurs (Annexe 1).

4. Détermination du nombre d'animaux à prélever

Le nombre de chèvres à prélever par lot est conditionné par l'effectif au sein de chaque lot. Chartier et Reche (1992), ont montré que la prévalence individuelle de *Strongyloides papillosus* en région Poitou-Charentes chez la chèvre adulte au pâturage est de 36 %. Nous avons considéré cette prévalence de 36 % comme la prévalence attendue dans notre étude, malgré la différence de système d'élevage, étant donné qu'il s'agit de la seule donnée de prévalence disponible chez les caprins en France. La table présentée en tableau XIV nous permet de déterminer le nombre de sujets nécessaires (n) en fonction de la prévalence attendue et de la précision relative souhaitée. Cette dernière est de 50 % dans notre étude, faute d'informations précises sur la prévalence individuelle. Nous obtenons ainsi $n = 29$. Or, ce nombre conduit à un taux de sondage supérieur à 10 % pour un lot de 100 chèvres par exemple. Ainsi, nous devons reporter ce nombre n dans la table présentée en tableau XV, afin de connaître le nombre de prélèvements à réaliser pour chaque lot. Ce nombre $n = 29$ a été arrondi à 30 pour l'utilisation de la deuxième table (Tableau XV). Il est décidé de prélever 20 chèvres pour un lot 50 et 28 chèvres pour un lot de 300, par exemple. Les tables utilisées proviennent d'un ouvrage d'épidémiologie appliquée (Toma et al. 2008).¹

¹ Cette méthode avec les tables de Toma et al. (2008) n'est pas la plus couramment utilisée. La méthode avec la table d'estimation de la fréquence sera vue ultérieurement (Partie 2, VI, 2, a).

Tableau XIV : Table de détermination du nombre de sujets nécessaires en fonction de la prévalence attendue et de la précision relative souhaitée, dans une population "infinie" (taux de sondage <10%)(Toma et al. 2008).

Précision relative	Prévalence attendue (p. cent)														
	1	2	3	4	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
10 p. cent	3 8032	18 824	12 422	9 220	7 300	3 458	2 177	1 537	1 153	897	714	577	470	385	
20 p. cent	9 508	4 706	3 106	2 305	1 825	865	545	385	289	225	179	145	118	97	
30 p. cent	4 226	2 092	1 381	1 025	812	385	242	171	129	100	80	65	53	43	
40 p. cent	2 377	1 177	777	577	457	217	137	97	73	57	45	37	30	25	
50 p. cent	1 522	753	497	369	292	139	88	62	47	36	29	24	19	16	
60 p. cent	1 057	523	346	257	203	97	61	43	33	25	20	17	14	11	
70 p. cent	777	385	254	189	149	71	45	32	24	19	15	13	11	10	
80 p. cent	595	295	195	145	115	55	35	25	20	17	14	13	11	10	
90 p. cent	500	250	167	125	100	50	33	25	20	17	14	13	11	10	
100 p. cent	500	250	167	125	100	50	33	25	20	17	14	13	11	10	

Tableau XV : Table donnant le nombre de sujets nécessaires pour un échantillon correspondant à un taux de sondage supérieur à 10%, à partir du nombre n donné par le tableau IX pour un échantillon dans une population infinie (taux de sondage <10%) (Toma et al. 2008).

n	Taille de la population																						
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1 000	1 500	2 000	2 500	3 000	4 000	5 000	10 000	20 000
10	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
20	15	17	18	19	19	19	19	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
30	19	24	25	27	27	28	28	28	29	29	29	29	29	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
40	23	29	32	34	35	36	36	37	37	38	38	38	39	39	39	39	40	40	40	40	40	40	40
50	25	34	38	40	42	43	44	45	45	46	47	47	48	48	48	49	49	50	50	50	50	50	50
60	28	38	43	47	49	50	52	53	53	54	55	56	56	57	57	58	59	59	59	60	60	60	60
70	30	42	48	52	55	57	59	60	61	62	63	64	65	65	66	67	68	69	69	70	70	70	70
80	31	45	53	58	61	64	66	67	68	69	71	72	73	74	75	76	77	78	78	79	79	80	80
90	33	48	57	63	67	70	72	74	75	77	79	80	81	82	83	85	87	87	88	89	89	90	90
100	34	50	60	67	72	75	78	80	82	84	86	88	89	90	91	94	96	97	97	98	99	100	100
110	35	53	64	71	77	81	84	87	89	91	93	96	97	99	100	103	105	106	107	108	108	109	110
120	36	55	67	75	82	86	90	93	95	97	100	103	105	106	108	112	114	115	116	117	118	119	120
130	37	57	70	79	86	91	95	99	101	104	107	110	112	114	116	120	123	124	125	126	127	129	130
140	37	59	73	83	90	96	100	104	107	110	114	117	120	122	123	129	131	133	134	136	137	139	140
150	38	60	75	86	94	100	105	110	113	116	120	124	127	129	131	137	140	142	143	145	146	148	149
160	39	62	78	89	98	105	110	115	119	122	127	131	134	136	138	145	149	151	152	154	156	158	159

5. Visites d'élevage

Quatre visites d'élevages sont réalisées à 3 mois d'intervalle chacune, sur une période de 10 mois (Figure 7).

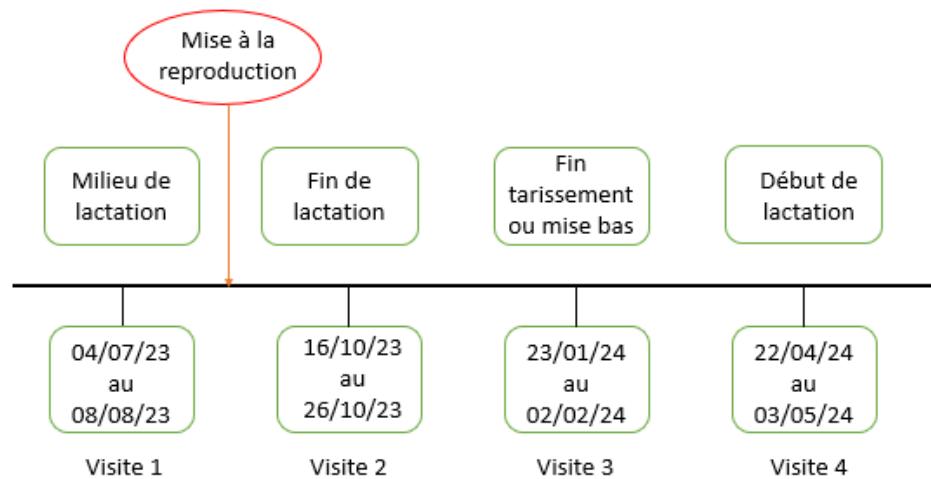


Figure 7 : Frise chronologique reprenant les différentes visites du protocole expérimental.

a) Questionnaire éleveur sur les pratiques d'élevage et les différents lots

Lors de la première visite, un questionnaire d'élevage est complété en discutant avec l'éleveur afin de décrire ses pratiques d'élevage et la conduite des différents lots.

Pour les chèvres, les points suivants sont abordés : nombre de lots, nombre de chèvre par lot, critères de constitution du lot (en fonction de la parité, de la date de mise bas, du type de lactation, etc.), production laitière moyenne, surface du bâtiment et surface pour chaque lot, pathologies identifiées dans l'élevage, résultats éventuels des dernières autopsies, protocoles vaccinaux, alimentation, présence de pâturage ou non, gestion de la litière (quantité et rythme de paillage, rythme de curage), pratiques en terme de traitement antiparasitaire (Annexe 2 à 7).

b) Tirage au sort des chèvres à prélever

Lors de la première visite d'élevage, les chèvres à prélever sont tirées au sort pour chaque lot. Le tirage au sort dépend du nombre de chèvres par lot et du nombre de chèvres à prélever. Ainsi, pour un lot de 60 chèvres dans lequel 20 chèvres doivent être prélevées, une chèvre sur trois est tirée au sort. En commençant à une extrémité du bâtiment, la première chèvre est prélevée puis une chèvre sur trois. De la même façon, pour un lot de 300 chèvres dans lequel 28 chèvres doivent être prélevées, une chèvre sur 10 est tirée au sort.

c) Pose des colliers

Les chèvres tirées au sort lors de la première visite sont équipées d'un collier en plastique sur lequel figure leur numéro d'identification, écrit au marqueur indélébile. Ce collier permet de repérer plus rapidement les chèvres à prélever lors des visites ultérieures.

d) Prélèvements de matière fécale chez les chèvres

Lors des quatre visites, les chèvres identifiées par un collier font l'objet d'un prélèvement de matière fécale directement dans le rectum. Le prélèvement est réalisé à l'aide d'une paire de gant en latex et les doigts sont humidifiés dans de l'eau propre afin de faciliter le prélèvement. L'objectif est de récupérer au minimum trois crottes de matière fécale dans le rectum, l'idéal étant d'en avoir huit à dix. Les matières fécales sont mises dans un pot de prélèvement correctement identifié avec le numéro d'identification de la chèvre.

e) Note d'état corporel

Pour chaque chèvre prélevée, la note d'état corporel est déterminée au niveau du site lombaire selon la notation établie par le réseau caprin des lycées agricoles, l'INA Paris-Grignon et l'INRAe (Coutineau 1999), par un seul opérateur dans tous les élevages et pour toutes les visites (Marine Piriou).

f) Relevé de la température de la litière

Lors de la première visite, le protocole de prise de température de la litière repose sur 12 mesures. Trois localisations de prise de température sont effectuées : le fond, c'est-à-dire à 1 mètre du bord du mur du fond de l'aire paillée, le milieu, c'est-à-dire au centre de la travée, et le bord, c'est-à-dire à 1 mètre derrière les cornadis (Figure 8). Quatre relevés par localisation sont réalisés, en évitant les côtés du bâtiment, les zones de couchage des animaux, et les endroits trop souillés par un passage fréquent (râtelier, abreuvoir, etc.). Les relevés de température sont réalisés de façon à couvrir l'ensemble de l'aire paillée. Ce protocole est mis en place pour chaque lot de chèvres. Pour les trois visites suivantes, un protocole simplifié est mis en place, avec uniquement les quatre mesures au milieu de l'aire paillée.

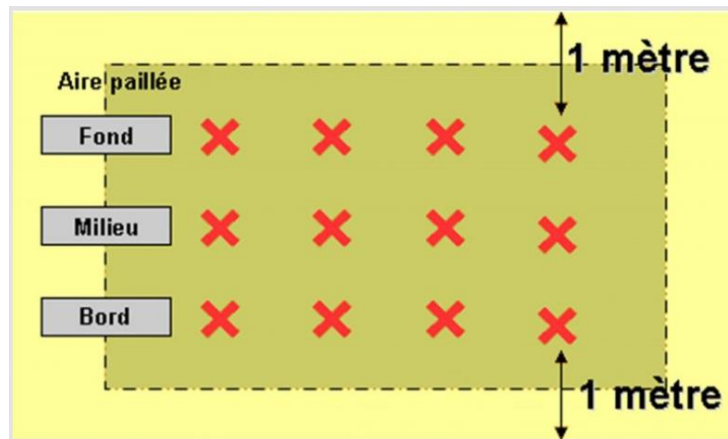


Figure 8 : Schéma des localisations des prises de températures sur aire paillée (Guerin 2017).

g) Données du contrôle laitier

Les données du contrôle laitier officiel ou non officiel (4 à 8 passages dans l'année) sont récupérées pour chaque chèvre prélevée, à chaque visite. Les données récoltées sont la date de mise bas, le rang de lactation, la durée de la lactation, la production laitière journalière (en kg), pour chaque chèvre prélevée.

6. Gestion des prélèvements

Les prélèvements de matières fécales réalisés lors du pré-recrutement sont acheminés au laboratoire de l'ANSES à Niort via la Poste.

Les prélèvements réalisés lors des visites 1, 2, 3 et 4 le matin en élevage sont transportés directement au laboratoire de l'ANSES à Niort en voiture par Marine Piriou, de manière que les échantillons soient traités dès l'après-midi. Ce transport a lieu sous couvert du froid dans une glacière, en présence de pains de glace. Les prélèvements sont conservés dans un réfrigérateur à + 4 °C, au laboratoire de parasitologie de l'ANSES à Niort.

7. Réalisation des coproscopies

Les coproscopies de pré-recrutement ainsi que des quatre visites sont réalisées selon le même protocole au laboratoire de parasitologie de l'ANSES à Niort par trois opérateurs : Isabelle Bremaud, Carine Paraud et Marine Piriou. Les coproscopies sont réalisées par la technique de McMaster modifiée, selon le protocole suivant :

- Identifier un nouveau pot de prélèvement de 60 mL avec le numéro d'identification de la chèvre, afin de conserver le prélèvement prêt à être analysé au réfrigérateur.
- Peser 3 grammes de fécès +/- 0,02 grammes par échantillon dans le pot de prélèvement précédent.
- Noter le score de consistance fécale de chaque chèvre prélevée (0 = normal ; 1 = humide).
- Ajouter 42 mL de sulfate de magnésium à la densité de 1,26, à l'aide d'un distributeur de liquide « Dispensette » de la marque BRAND. Ecraser et déliter les boulettes de matière fécale à l'aide d'une petite spatule afin d'obtenir une suspension homogène.
- Ajouter un agitateur magnétique dans le pot de prélèvement.
- Agiter deux minutes à l'aide d'un agitateur magnétique « ikamag RO motor » de la marque Janke et Kunkel IKA-WERK, à vitesse 4.
- Verser le contenu du pot de prélèvement dans un tamis et récupérer le surnageant dans un bécher, utiliser un pilon pour bien extraire toute la partie liquidienne.
- Eliminer dans la poubelle DASRI le contenu du tamis (matière fécale).
- Verser le contenu du bécher dans le pot de prélèvement de 60 mL précédemment utilisé.
- Agiter une minute à l'aide d'un agitateur magnétique « ikamag RO motor » de la marque Janke et Kunkel IKA-WERK, à vitesse 4.
- Utiliser une pipette pasteur en plastique pour prélever en surface dans le pot de prélèvement et remplir les deux chambres d'une cellule de McMaster.
- Noter le n° d'identification de la chèvre sur la cellule de McMaster.
- Laisser la cellule de McMaster sur une surface plane pendant minimum cinq minutes afin que les œufs de parasites remontent par flottation.
- Lire les deux réseaux de la cellule de McMaster au microscope optique à l'objectif 10.
- Compter les différents œufs de parasites (strongles gastro-intestinaux, trichures, capillaria, skrabinema, coccidies, *Strongyloides papillosus*) (à l'aide d'un compteur d'hématologie).
- Multiplier le résultat obtenu pour chaque parasite par 50 pour la lecture des deux réseaux (par 100 pour la lecture d'un seul réseau), afin d'obtenir le résultat en œufs par gramme de matière fécale.
- Eliminer les déchets biologiques dans la poubelle DASRI.

Les coproscopies sont réalisées dans un délai maximal de sept jours après prélèvement.

8. Définition des variables

a) Excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus*

Quatre données d'excrétion fécale de *Strongyloïdes papillosus* sont disponibles par chèvre. Pour créer une variable d'excrétion fécale de *Strongyloïdes papillosus* par chèvre une moyenne des quatre valeurs est réalisée. Les chèvres prélevées uniquement lors des trois premières visites (mort ou réforme) ont une moyenne réalisée avec trois données. En revanche, les chèvres prélevées une ou deux fois seulement sont exclues de cette variable. Il s'agit d'une variable quantitative.

b) Note d'état corporel

Quatre notes d'état corporel sont disponibles par chèvre, une moyenne de ces quatre valeurs est réalisée pour constituer la variable de la moyenne de la note d'état corporel. La notation de la note d'état corporel a été réalisée par un seul opérateur pour toutes les chèvres, lors des 4 visites (Marine Piriou). La notation établie par le réseau caprin des lycées agricoles, l'INA Paris-Grignon et l'INRAe suggère que la note d'état corporel idéal d'une chèvre de race alpine ou saanen varie entre 2 et 2,75 en fonction du stade physiologique (Tableau XVI) (Coutineau 1999). Ainsi, pour décrire la variable de la note d'état corporel, deux catégories sont créées : les chèvres ayant une note d'état corporel moyenne inférieure à 2 et les chèvres ayant une note d'état corporel moyenne supérieure ou égale à 2. Il s'agit d'une variable qualitative binaire.

Tableau XVI : Note d'état corporel au niveau du site lombaire attendue chez les caprins de races laitières en fonction de stade physiologique (Coutineau 1999).

	Tarissement	Mise bas	Saillie
Notes lombaires	2,50 à 2,75	2 à 2,25	2,25 à 2,75

c) Consistance des matières fécales

Quatre scores de consistance des matières fécales sont disponibles par chèvre. La note 0 est attribuée à des fèces de consistance normale et la note 1 est attribuée lors de fèces de consistance plus humide, plus molle, agglomérée. La notation du score de consistance des matières fécales a été réalisée par un seul opérateur pour toutes les chèvres, lors des 4 visites (Marine Piriou). La variable de la consistance des matières fécales est définie comme le nombre d'occurrence de matière fécale de consistance humide, pour une chèvre pour 2, 3 ou 4 visites. Il s'agit d'une variable qualitative à plusieurs modalités.

d) Type de lactation

La variable du type de lactation est définie comme suit : une chèvre mettant bas tous les ans et dont la durée entre deux mises bas est d'environ une année est considérée comme une chèvre suivant une lactation dite classique. En revanche, une chèvre dont la durée entre deux mises bas excède une année est considérée comme une chèvre suivant une lactation dite longue. Il s'agit d'une variable qualitative binaire.

e) Niveau de production laitière

La variable du niveau de production laitière est définie au sein de chaque élevage. Pour cela, une moyenne des trois données de productions laitières journalières de la lactation 2023, obtenues grâce aux données des contrôles laitiers est réalisée, pour chaque chèvre. Au sein de chaque élevage, la médiane de la moyenne des trois données de production laitière est déterminée. Deux catégories de production laitière sont définies. Une chèvre est considérée comme une faible productrice lorsque sa moyenne de production est inférieure à la médiane de production laitière de son élevage. Au contraire, une chèvre est considérée comme une forte productrice lorsque sa moyenne de production est supérieure ou égale à cette médiane. Il s'agit d'une variable qualitative binaire.

f) Parité

La variable parité est définie comme le statut des chèvres lors de leur lactation de 2023. Cette lactation concerne les visites 1, 2 et 3. En effet, la majorité des chèvres mettent bas entre janvier et mars 2024 et sont donc au début de leur lactation de l'année 2024 lors de la quatrième visite. Les chèvres sont définies comme primipare (une mise bas) ou multipare (deux mises bas ou plus). Il s'agit d'une variable qualitative binaire.

g) Rang de lactation

Tout comme pour la parité, le rang de lactation concerne la lactation de 2023. Les chèvres peuvent être en première lactation, deuxième, troisième, etc. Il s'agit d'une variable qualitative à plusieurs modalités.

9. Traitements statistiques

Les statistiques descriptives et analytiques sont réalisées avec le logiciel jamovi® (Australie, 2018). Il s'agit d'un programme informatique en open source permettant d'analyser des données et d'effectuer des tests statistiques.

Les tests statistiques utilisés dans cette étude doivent permettre de comparer la moyenne d'excrétion fécale de *Strongyloïdes papillosus* dans deux populations indépendantes de chèvres comme par exemple les chèvres primipares et les chèvres multipares. Il s'agit donc de travailler avec une variable quantitative de type non gaussienne et une variable qualitative binaire dans le cas de la parité, ou avec plus de deux modalités dans le cas du rang de lactation par exemple. Dans le cas de comparaison entre la moyenne d'excrétion de *Strongyloïdes papillosus* et une variable qualitative binaire, la première étape consiste à déterminer si la variable quantitative suit une distribution normale ou non. Pour cela, un test de Shapiro-Wilk est réalisé. Dans le cas où la variable suit une distribution normale, un test de Fischer est employé, dans le cas contraire il s'agit d'un test de Mann-Whitney. Dans le cas de comparaison entre la moyenne d'excrétion de *Strongyloïdes papillosus* et une variable qualitative avec plus de deux modalités, un test ANOVA est employé dans le cas où la variable quantitative suit une distribution normale. Dans le cas contraire, un test de Kruskal-Wallis est employé. Dans le cas d'un test de Kruskal-Wallis, un second test est employé afin de réaliser une comparaison pair-à-pair et de définir quelle variable est significativement différente. Ce test est un test de Dwass, Steel, Critchlow et Fligner.

Les graphiques sont réalisés avec le logiciel Excel®.

III. Résultats

1. Pré-recrutement

Dix-neuf élevages ont été sélectionnés par le Dr Benoît Forestier pour leur aptitude à faire partie de l'étude et sur la base de résultats de coproscopies positives sur l'année 2022 - 2023 pour *Strongyloides papillosus*. Il s'agit d'élevages ayant un effectif compris entre 150 et 800 chèvres. Sur ces 19 élevages, un premier tri a été réalisé et les élevages n'ayant pas la possibilité de bloquer les chèvres aux cornadis ou en salle de traite ont été exclus. Des coproscopies de mélange ont ainsi été réalisées dans les 12 élevages répondant aux premiers critères (motivation de l'éleveur, possibilité de bloquer les chèvres, adhérent au contrôle laitier officiel ou non officiel). Les résultats de ces coproscopies de mélange sont visibles dans le tableau XVII. Ce pré-recrutement s'est déroulé du 16 mai 2023 au 11 juillet 2023.

Tableau XVII : Résultats des coproscopies de mélange par lot, pour 12 élevages caprins laitiers inclus dans le pré-recrutement, en nombre d'œufs de *Strongyloides papillosus* par gramme de fèces. Les élevages sont anonymisés par une lettre.

	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4	Lot 5	Lot 6
Elevage a	0					
Elevage b	0	0	0	0		
Elevage c	0	0	0	100		
Elevage d	0	0	50			
Elevage e	300	150				
Elevage f	100	150				
Elevage g	0	0	0	0		
Elevage h	0	0	100	0		
Elevage i	50	150	0	250	0	0
Elevage j	50	100				
Elevage k	350					
Elevage l	200					

2. Recrutement

Le recrutement des élevages s'est déroulé du 28 juin 2023 au 12 juillet 2023. Ce recrutement s'est fondé sur les résultats de coproscopie de mélange réalisé lors du pré-recrutement. Les 9 élevages avec au minimum un lot de chèvre avec un résultat de coproscopie positif pour *Strongyloides papillosus* ont été sélectionnés. Les éleveurs ont ensuite été contactés par téléphone par Marine Piriou, afin de leur expliquer le protocole expérimental et d'obtenir des éléments de conduite d'élevage. Sur les 9 élevages sélectionnés, 6 ont été inclus dans ce

travail. Les 3 élevages non retenus ont été écartés par manque de motivation des éleveurs. Il s'agit des élevages d, e, i, j, k et l dans le tableau XVII. Ces élevages seront nommés de 1 à 6, dans la suite de ce rapport (Tableau XVIII).

Tableau XVIII : Attribution d'un numéro allant de 1 à 6 aux 6 élevages retenus pour l'expérimentation.

Elevage d	Elevage 5
Elevage e	Elevage 1
Elevage i	Elevage 3
Elevage j	Elevage 6
Elevage k	Elevage 4
Elevage l	Elevage 2

3. Caractéristiques des élevages

Les caractéristiques des élevages sont regroupées dans le tableau XIX. Il s'agit d'élevages conventionnels conduits en bâtiments, excepté l'élevage 2 en agriculture biologique avec du pâturage au printemps. Les effectifs varient de 150 à 530 chèvres. La reproduction est en majorité saisonnée avec de la monte naturelle.

Tableau XIX : Caractéristiques des 6 élevages concernant la conduite des chèvres adultes (Légende : Cp = caprin ; j = jours ; kg = kilogramme ; m² = mètre carré).

	Race	Conventionnel ou biologique	Pâturage	Effectif chèvres (début d'étude)	Nombre de lots	Nombre de chèvres prélevées	Type de reproduction	Période de mise bas	Alimentation	Litière	Rythme de curage	Densité
Élevage 1	Alpine	Conventionnel	Non	153	3	40	Monte naturelle	Saisonnée (20 janvier - 20 février)	Foin et concentré	Paille accumulée, 1,2kg/Cp/j	3 mois	1,3 à 1,9 m ² /Cp
Élevage 2	Alpine	Biologique	Oui	526	1	30	Monte naturelle	Saisonnée (mars-avril)	Foin et concentré + pâturage	Paille accumulée, 1kg/Cp/j	3 mois	1,7 m ² /Cp
Élevage 3	Alpine	Conventionnel	Non	319	6	120	Monte naturelle	Saisonnée (février → 5 lots) ; désaisonnée (septembre → 1 lot)	Foin et concentré	Paille accumulée, 1kg/Cp/j	6 semaines	1,6 à 2,3 m ² /Cp
Élevage 4	Alpine	Conventionnel	Non	388	1	28	Monte naturelle	Saisonnée (janvier-mars)	Foin, enrubannage d'herbe, concentré	Paille accumulée, 0,6kg/Cp/j	3-4 mois	1,5 m ² /Cp
Élevage 5	Saanen	Conventionnel	Non	390	4	91	Monte naturelle et insémination artificielle	Saisonnée (janvier)	Foin et concentré	Paille accumulée, 1kg/Cp/j	2 mois	1,4 à 1,9 m ² /Cp
Élevage 6	Saanen	Conventionnel	Non	301	2	54	Monte naturelle	Saisonnée (février-mars)	Foin, ensilage d'herbe, concentré	Paille accumulée, 1kg/Cp/j	2 mois	2 à 2,3 m ² /Cp

4. Excrétion et cinétique d'excrétion d'œufs de *Strongyloïdes papillosus* à l'échelle des élevages

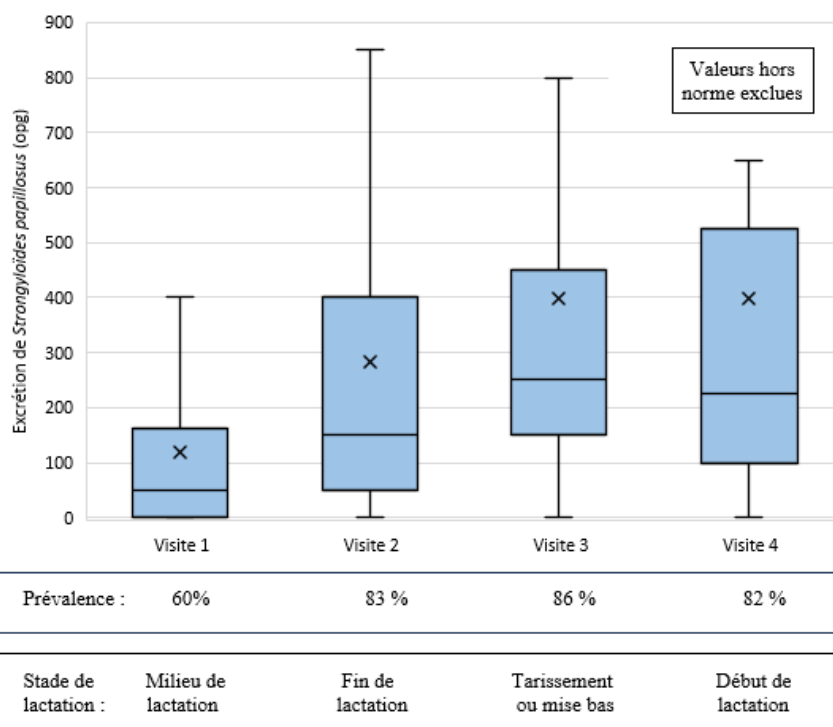
a) Elevage 1

Les résultats d'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus*, de notes d'état corporel et de consistances des matières fécales des chèvres de l'élevage 1, pour les quatre visites sont visibles dans le tableau XX. La figure 9 permet de visualiser cette cinétique d'excrétion. La grande majorité des chèvres excrète moins de 500 opg. En effet le troisième quartile le plus élevé est de 525 opg en visite 4.

La moyenne des notes d'état corporel au niveau du site lombarde varie de 1,6 en milieu de lactation à 2,2 au moment du tarissement, début des mise bas. Le pourcentage de chèvres ayant des matières fécales humides varie quant à lui de 5 % au (tarissement/mise bas) à 29 % lors de la visite 4 (début de lactation). Les résultats sont visibles dans le tableau XX.

Tableau XX : Résultats d'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus*, de notes d'état corporel et de consistances des matières fécales des chèvres de l'élevage 1, pour les quatre visites.

Elevage 1	Visite 1	Visite 2	Visite 3	Visite 4
Nombre de chèvres prélevées	40	40	37	34
Prévalence intra-élevage (en %)	60	83	86	82
Moyenne d'excrétion de <i>S. papillosus</i> (opg)	119	284	399	399
Ecart-type (opg)	173	333	431	494
Médiane (opg)	50	150	250	225
Premier quartile (opg)	0	50	150	100
Troisième quartile (opg)	163	400	450	525
Minimum (opg)	0	0	0	0
Maximum (opg)	850	1450	2000	1850
Moyenne des notes d'état corporel	1,6	1,7	2,2	1,8
Pourcentage de chèvres avec des fèces humides	23	15	5	29



Valeurs hors normes exclues pour la réalisation du graphique (opg)	
Visite 1	850
Visite 2	1100 ; 1450
Visite 3	1000 ; 1000 ; 1000 ; 1450 ; 2000
Visite 4	1300 ; 1650 ; 1650 ; 1850

Figure 9 : Dispersion de l'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloides papillosus* de l'élevage 1 pour les quatre visites. Les valeurs hors normes sont exclues de ce graphique (valeurs maximales) pour plus de clarté sur le graphique. (Légende : bas de la boîte à moustache correspondant au premier quartile ; milieu de la boîte à moustache correspondant à la médiane ; haut de la boîte à moustache correspondant au troisième quartile ; moustache inférieure correspondant à la valeur minimale ; moustache supérieure correspondant à la valeur maximale (or valeur hors norme) ; croix correspondant à la moyenne).

b) Elevage 2

Un traitement antiparasitaire à visée *Strongyloides papillosus* a été réalisé entre la troisième et la quatrième visite, pour cette raison seules les visites 1, 2 et 3 seront exploitées pour décrire la cinétique d'excrétion fécale de *S. papillosus*. Les résultats d'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloides papillosus*, de notes d'état corporel et de consistances des matières fécales des chèvres de l'élevage 2, pour les quatre visites sont visibles dans le tableau XXI. La figure 10 permet de visualiser la cinétique d'excrétion.

Deux traitements à base d'éprinomectine sont réalisés le 17/01/2024 puis le 14/02/2024 et la quatrième visite a eu lieu 69 jours après le deuxième traitement (le 23/04/2024). La prévalence intra-élevage lors de cette quatrième visite est de 38 % et la moyenne d'excrétion fécale est de 91,7 opg. La médiane d'excrétion est nulle, ce qui signifie que la moitié des chèvres n'excrètent pas d'œufs de *S. papillosus* dans leur matière fécale, en visite 4.

Pour les quatre visites confondues, la moyenne des notes d'état corporel au niveau du site lombaire varie de 1,8 en fin de lactation à 2,1 au tarissement. Le pourcentage de chèvres ayant des matières fécales humides varie quant à lui de 19 %, au moment du tarissement (visite 3), à 86 % en fin de lactation. Les résultats sont visibles dans le tableau XXI.

Tableau XXI : Résultats d'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus*, de notes d'état corporel et de consistances des matières fécales des chèvres de l'élevage 2, pour les quatre visites. La visite 4 a lieu 69 jours après la mise en place d'un traitement à base d'éprinomectine.

	Visite 1	Visite 2	Visite 3	Visite 4
Nombre de chèvres prélevées	30	29	26	24
Prévalence intra-élevage (en %)	77	86	92	38
Moyenne d'excrétion de <i>S. papillosus</i> (opg)	312	866	1583	91,7
Ecart-type (opg)	412	1282	3522	165
Médiane (opg)	225	350	550	0
Premier quartile (opg)	50	150	250	0
Troisième quartile (opg)	400	800	1525	75
Minimum (opg)	0	0	0	0
Maximum (opg)	1850	5350	18050	500
Moyenne des notes d'état corporel	1,9	1,8	2,1	2,0
Pourcentage de chèvres avec des fèces humides	83	86	19	75

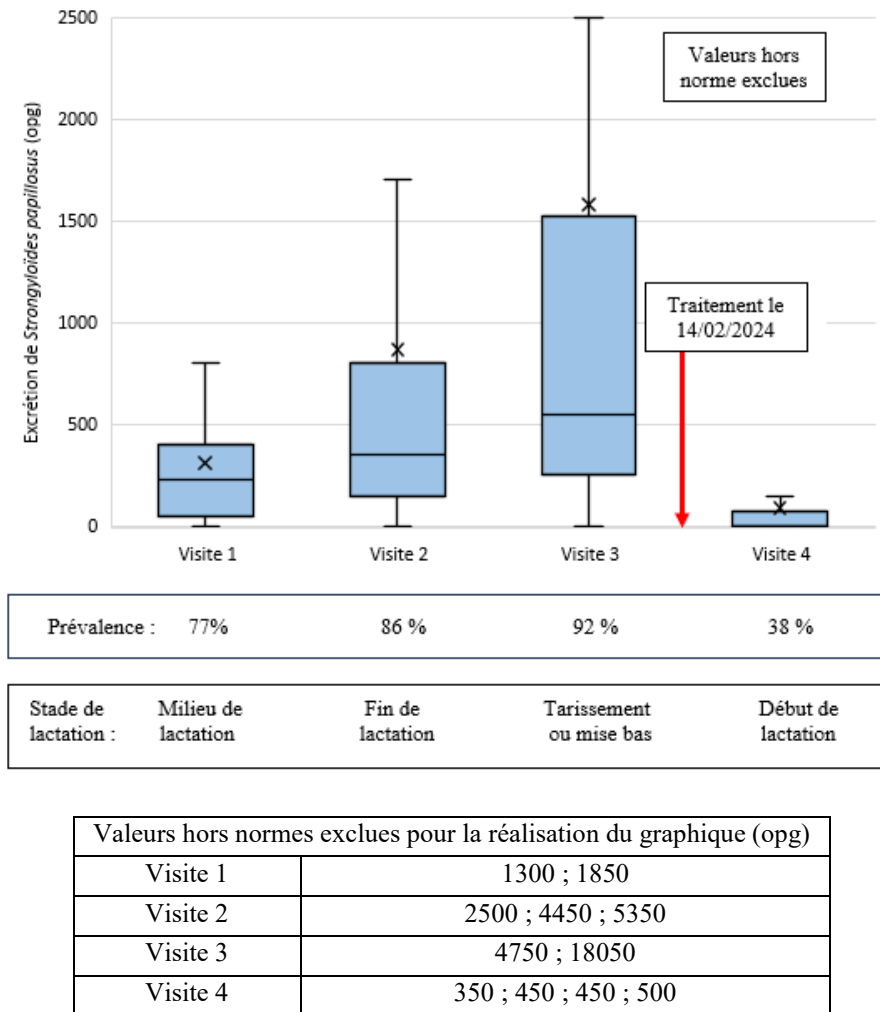


Figure 10 : Dispersion de l'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloides papillosus* de l'élevage 2 pour les quatre visites. Les valeurs hors normes sont exclues de ce graphique (valeurs maximales) pour plus de clarté sur le graphique. (Légende : bas de la boîte à moustache correspondant au premier quartile ; milieu de la boîte à moustache correspondant à la médiane ; haut de la boîte à moustache correspondant au troisième quartile ; moustache inférieure correspondant à la valeur minimale ; moustache supérieure correspondant à la valeur maximale (or valeur hors norme) ; croix correspondant à la moyenne).

i. Premier traitement antiparasitaire

Sur la base des résultats de coproscopies de l'élevage et de la cinétique d'excrétion, un traitement antiparasitaire est mis en place. Ce traitement antiparasitaire a été réalisé pour toutes les chèvres le 17/01/2024 avec de l'Eprecis® à la posologie de 0,2 mg d'éprinomectine par kg de poids vif par voie sous-cutanée.

Un accompagnement a été mis en place, à savoir des coproscopies avant traitement puis 14 et 21 jours après traitement, pour suivre l'efficacité du traitement. Cet élevage est conduit avec

un lot unique dans lequel 30 chèvres ont été initialement prélevées. Toutes les chèvres ont été prélevées individuellement pour le suivi de ce traitement. Les coproscopies individuelles ont été réalisées au laboratoire de l'ANSES à Niort, selon le même protocole que décrit dans la partie matériels et méthodes.

Les résultats pré et post-traitement sont visibles en annexe 8. Seulement 7 chèvres sur 24 ont une excrétion nulle pour *Strongyloïdes papillosus* 14 jours post-traitement, et 8 chèvres sur 25 ont une excrétion nulle 21 jours post-traitement. La moyenne du score de réduction d'excrétion fécale de *S. papillosus* 14 jours post traitement est de 68,9 % et de 58,7 % 21 jours post traitement. Ces résultats n'étant pas satisfaisants, une discussion avec l'éleveur concernant les modalités de réalisation du traitement a été menée. Cette discussion a permis de mettre en évidence que l'éprinomectine avait été sous-dosée en raison d'une mauvaise estimation du poids vif des chèvres.

ii. Deuxième traitement antiparasitaire

Sur la base des résultats de coproscopies post-traitement, un second traitement antiparasitaire avec de l'Eprecis® à la même posologie est mis en place le 14/02/2024, pour toutes les chèvres. Pour cela, des pesées ont été réalisées afin de connaître le poids vif de la plus petite chèvre, de la plus grande ainsi que d'une dizaine de chèvres, dans le but d'estimer au mieux le poids vif des chèvres. Grâce aux pesées, le poids des chèvres a été estimé en fonction de leur gabarit. Un accompagnement simplifié a été mis en place pour évaluer l'efficacité de ce traitement. Huit chèvres ont été prélevées individuellement avant le traitement antiparasitaire puis uniquement 14 jours post-traitement. La moyenne du score de réduction d'excrétion fécale de *S. papillosus* 14 jours post traitement est de 94,8 %. Les résultats sont visibles en annexe 9. Ils sont nettement plus satisfaisants que les résultats obtenus après le premier traitement antiparasitaire. Quatorze jours post-traitement 6 chèvres sur 8 n'excrètent pas d'œufs de *Strongyloïdes papillosus* dans leurs matières fécales et 2 en excrètent mais en quantité réduite.

c) Elevage 3

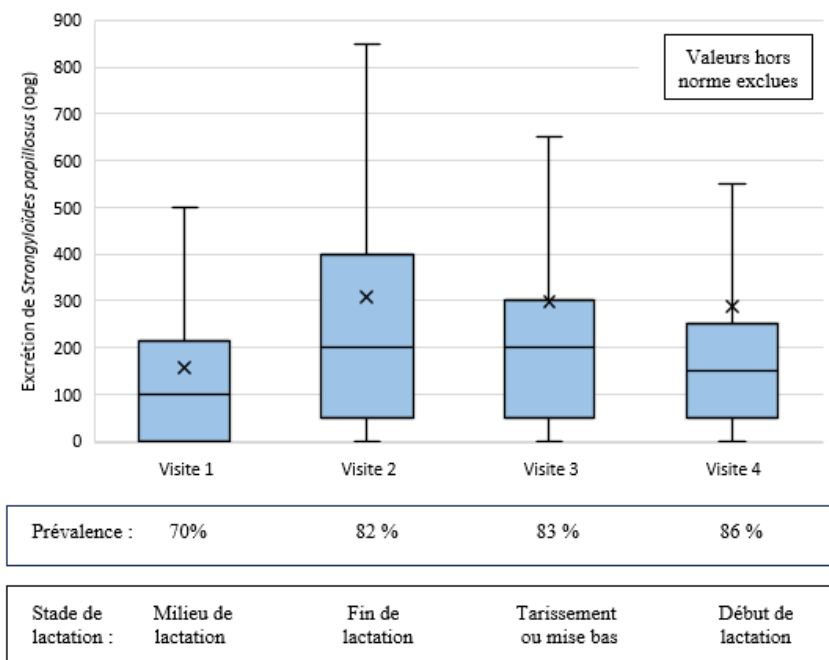
Les résultats d'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus*, de notes d'état corporel et de consistances des matières fécales des chèvres de l'élevage 3, pour les quatre visites sont visibles dans le tableau XXII. La grande majorité des chèvres excrète moins de 400 opg, en effet le troisième quartile le plus élevé est de 400 opg en visite 2. La figure 11 permet de visualiser la cinétique d'excrétion de *S. papillosus*.

La moyenne des notes d'état corporel au niveau du site lombaire varie de 2,0 en milieu et fin de lactation à 2,7 au moment du tarissement. Le pourcentage de chèvres ayant des matières

fécales humides varie quant à lui de 7 % en début de lactation à 49 % en fin de lactation. Les résultats sont visibles dans le tableau XXII.

Tableau XXII : Résultats d'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloides papillosus*, de notes d'état corporel et de consistances des matières fécales des chèvres de l'élevage 3, pour les quatre visites.

	Visite 1	Visite 2	Visite 3	Visite 4
Nombre de chèvres prélevées	120	103	93	89
Prévalence intra-élevage (en %)	70	82	83	86
Moyenne d'excrétion de <i>S. papillosus</i> (opg)	158	308	297	288
Ecart-type (opg)	215	469	479	543
Médiane (opg)	100	200	200	150
Premier quartile (opg)	0	50	50	50
Troisième quartile (opg)	213	400	300	250
Minimum (opg)	0	0	0	0
Maximum (opg)	1150	3800	3850	4450
Moyenne des notes d'état corporel	2,0	2,0	2,7	2,5
Pourcentage de chèvres avec des fèces humides	31	49	25	7



Valeurs hors normes exclues pour la réalisation du graphique (opg)	
Visite 1	550 ; 600 ; 650 ; 1000 ; 1100 ; 1150 ;
Visite 2	1000 ; 1100 ; 1250 ; 2150 ; 3850
Visite 3	800 ; 950 ; 1150 ; 1250 ; 1950 ; 3850
Visite 4	650 ; 650 ; 650 ; 700 ; 800 ; 1250 ; 1250 ; 1300 ; 1750 ; 4450

Figure 11 : Dispersion de l'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloides papillosus* de l'élevage 3 pour les quatre visites. Les valeurs hors normes sont exclues de ce graphique (valeurs maximales) pour plus de clarté sur le graphique. (Légende : bas de la boîte à moustache correspondant au premier quartile ; milieu de la boîte à moustache correspondant à la médiane ; haut de la boîte à moustache correspondant au troisième quartile ; moustache inférieure correspondant à la valeur minimale ; moustache supérieure correspondant à la valeur maximale (ou valeur hors norme) ; croix correspondant à la moyenne).

d) Elevage 4

Les résultats d'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloides papillosus*, de notes d'état corporel et de consistances des matières fécales des chèvres de l'élevage 4, pour les quatre visites sont visibles dans le tableau XXIII. La grande majorité des chèvres excrète moins de 300 opg, en effet le troisième quartile le plus élevé est de 300 opg, en visite 1. La figure 12 permet de visualiser la cinétique d'excrétion fécale de *S. papillosus*. Sur cette figure est représentée une

cure de complément alimentaire à visée antiparasitaire, selon les fabricants, entre la troisième et la quatrième visite (voir paragraphe suivant).

La moyenne des notes d'état corporel au niveau du site lombaire varie de 1,9 en milieu de lactation à 2,6 en début de lactation. Le pourcentage de chèvres ayant des matières fécales humides varie quant à lui de 14 % en début de lactation à 57 % en milieu de lactation. Les résultats sont visibles dans le tableau XXIII.

Tableau XXIII : Résultats d'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus*, de notes d'état corporel et de consistances des matières fécales des chèvres de l'élevage 4, pour les quatre visites.

	Visite 1	Visite 2	Visite 3	Visite 4
Nombre de chèvres prélevées	28	28	26	21
Prévalence intra-élevage (en %)	71	68	77	81
Moyenne d'excrétion de <i>S. papillosus</i> (opg)	207	170	200	198
Ecart-type (opg)	286	258	267	227
Médiane (opg)	100	100	125	150
Premier quartile (opg)	0	0	50	50
Troisième quartile (opg)	300	213	250	200
Minimum (opg)	0	0	0	0
Maximum (opg)	1100	1250	1100	800
Moyenne des notes d'état corporel	1,9	2,1	2,0	2,6
Pourcentage de chèvres avec des fèces humides	57	25	42	14

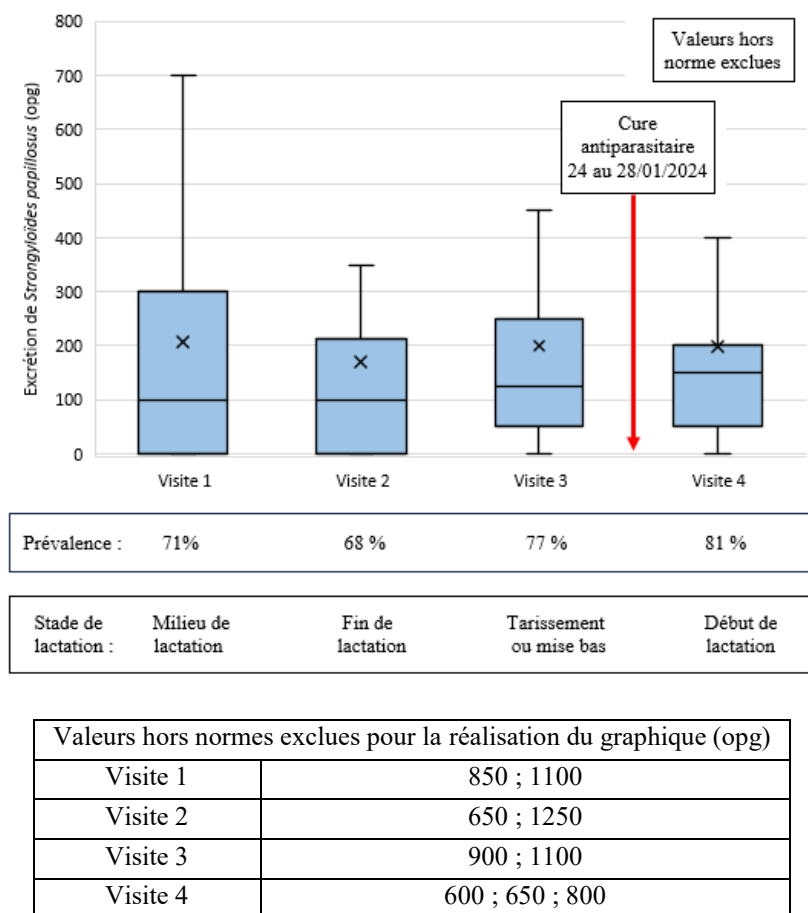


Figure 12 : Dispersion de l'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloides papillosus* de l'élevage 4 pour les quatre visites. Les valeurs hors normes sont exclues de ce graphique (valeurs maximales) pour plus de clarté sur le graphique. (Légende : bas de la boîte à moustache correspondant au premier quartile ; milieu de la boîte à moustache correspondant à la médiane ; haut de la boîte à moustache correspondant au troisième quartile ; moustache inférieure correspondant à la valeur minimale ; moustache supérieure correspondant à la valeur maximale (or valeur hors norme) ; croix correspondant à la moyenne).

i. Cure de complément alimentaire

Sur la base des résultats de coproscopies de l'élevage et de la cinétique d'excrétion, une cure de complément alimentaire à réaliser sur plusieurs jours, est mise en place. Le complément alimentaire se nomme Purgarumine® et se présente sous forme de granulés. Sa composition est la suivante : lithothamne, luzerne, plantes aromatiques (non précisés), sel brut de mer, mélasse (sucre de betterave), mélasse de bois (châtaigner), sulfate de sodium, argile bentonite et terre de diatomée. La recommandation du fabricant est de réaliser soit une cure tous les mois à la posologie de 15 grammes par chèvre pendant 5 jours, soit de faire une cure ponctuelle à la

posologie de 20 grammes par chèvre pendant 10 jours. Il s'agit selon les fabricants d'une aide antiparasitaire à large spectre.

L'éleveur a réalisé une cure ponctuelle à la dose de 20 grammes par chèvre du 24/01 au 28/01/2024, distribuée à la main sur le complément alimentaire le matin.

Comme pour l'élevage 2, il s'agit d'un élevage avec un lot unique où seulement 28 chèvres sont prélevées à chaque visite. Il est donc décidé de prélever toutes les chèvres pour réaliser des coproscopies individuelles, avant la cure et 14 et 21 après la fin de la cure.

Les résultats sont visibles en annexe 10. Cinq chèvres sur 23 ont une réduction d'excrétion fécale d'œufs de *S. papillosus* 14 jours après la cure de complément alimentaire. Cinq chèvres n'excrétaient pas d'œufs de *S. papillosus* avant la cure et n'en excrètent pas après. Et enfin, 9 chèvres excrétaient des œufs de *S. papillosus* avant la cure et en excrètent davantage après. La moyenne du score de réduction d'excrétion fécale de *S. papillosus* 14 jours post cure est de seulement 8 % et de 16,7 % 21 jours après la cure.

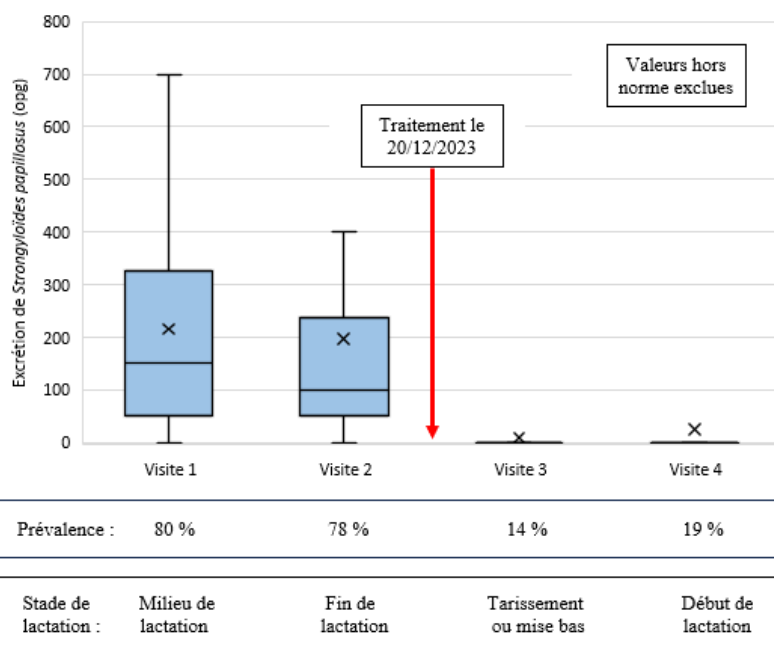
e) Elevage 5

Un traitement antiparasitaire à visée *Strongyloïdes papillosus* entre la deuxième et la troisième visite a été mis en place le 20/12/2023, pour cette raison seules les visites 1 et 2 seront exploitées pour décrire la cinétique d'excrétion fécale de *S. papillosus*. Les résultats d'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus*, de notes d'état corporel et de consistances des matières fécales des chèvres de l'élevage 5, pour les quatre visites sont visibles dans le tableau XXIV. La majorité des chèvres excrète moins de 300 opg, en effet le troisième quartile le plus élevé est de 325 opg, en visite 1. Les troisièmes quartiles en visites 3 et 4 sont nuls, ce qui signifie qu'au moins 75 % des chèvres n'excrètent pas d'œufs de *S. papillosus*, après la mise en place du traitement. La figure 13 permet de visualiser la cinétique d'excrétion de *Strongyloïdes papillosus*.

La moyenne des notes d'état corporel au niveau du site lombaire est relativement stable entre 2,0 en milieu de lactation et 2,3 en début de lactation. Le pourcentage de chèvres ayant des matières fécales humides est élevé et varie de 43 % au tarissement à 68 % en début de lactation. Les résultats sont visibles dans le tableau XXIV.

Tableau XXIV : Résultats d'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus*, de notes d'état corporel et de consistances des matières fécales des chèvres de l'élevage 5, pour les quatre visites. La visite 3 a lieu 36 jours et la visite 4 a lieu 127 jours post-traitement.

	Visite 1	Visite 2	Visite 3	Visite 4
Nombre de chèvres prélevées	91	86	72	63
Prévalence intra-élevage (en %)	80	78	14	19
Moyenne d'excrétion de <i>S. papillosus</i> (opg)	215	196	9	24,6
Ecart-type (opg)	232	316	24,2	60,8
Médiane (opg)	150	100	0	0
Premier quartile (opg)	50	50	0	0
Troisième quartile (opg)	325	238	0	0
Minimum (opg)	0	0	0	0
Maximum (opg)	1100	2500	100	300
Moyenne des notes d'état corporel	2,0	2,1	2,1	2,3
Pourcentage de chèvres avec des fèces humides	62	57	43	68



Valeurs hors normes exclues pour la réalisation du graphique (opg)	
Visite 1	850 ; 1000 ; 1100
Visite 2	550 ; 600 ; 900 ; 900 ; 900 ; 2500
Visite 3	50 ; 50 ; 50 ; 50 ; 50 ; 50 ; 50 ; 100 ; 100 ; 100
Visite 4	50 ; 50 ; 50 ; 50 ; 50 ; 100 ; 100 ; 100 ; 100 ; 150 ; 200 ; 250 ; 300

Figure 13 : Dispersion de l'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus* de l'élevage 5 pour les quatre visites. Les valeurs hors normes sont exclues de ce graphique (valeurs maximales). (Légende : bas de la boîte à moustache correspondant au premier quartile ; milieu de la boîte à moustache correspondant à la médiane ; haut de la boîte à moustache correspondant au troisième quartile ; moustache inférieure correspondant à la valeur minimale ; moustache supérieure correspondant à la valeur maximale (ou valeur hors norme) ; croix correspondant à la moyenne).

i. *Traitement antiparasitaire*

Sur la base des résultats de coproscopies de l'élevage et de la cinétique d'excrétion, un traitement à visée *Strongyloides papillosus* est réalisé pour toutes les chèvres. Ce traitement à base d'Eprecis®, à la posologie de 0,2 mg d'éprinomectine par kg de poids vif, par voie sous-cutanée est mis en place le 20/12/2023.

Un accompagnement de ce traitement antiparasitaire a été décidé afin de suivre son efficacité. Des coproscopies de mélanges ont été réalisées pour chaque lot avant traitement, 14 jours puis 21 jours après traitement. Cinq chèvres ont été prélevées par lot, et les matières fécales de ces 5 chèvres ont ensuite été mélangées à part égale au laboratoire pour obtenir un échantillon de mélange. Ce sont les 5 mêmes chèvres qui ont été prélevées lors de ces trois prélèvements successifs. Les résultats sont visibles en annexe 11 et montrent une réduction de 100 % de l'excrétion fécale d'œufs de *S. papillosus* pour 3 lots sur 4 et une réduction de 75 % pour le quatrième lot, pour les coproscopies à 14 et 21 jours post-traitement. Ainsi, la moyenne du score de réduction d'excrétion fécale de *S. papillosus* est de 93,8 % 14 et 21 jours post traitement.

f) *Elevage 6*

Les résultats d'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloides papillosus*, de notes d'état corporel et de consistances des matières fécales des chèvres de l'élevage 5, pour les quatre visites sont visibles dans le tableau XXV. La grande majorité des chèvres excrètent moins de 300 opg, en effet le troisième quartile le plus élevé est de 288 opg en visite 3. La figure 14 permet de visualiser la cinétique d'excrétion fécale d'œufs de *S. papillosus*.

La moyenne des notes d'état corporel au niveau du site lombaire varie de 1,9 en milieu de lactation à 2,2 en fin de lactation et tarissement. Le pourcentage de chèvres ayant des matières fécales humides est relativement stable de 26 % au tarissement à 39 % en milieu de lactation. Les résultats sont visibles dans le tableau XXV.

Tableau XXV : Résultats d'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus*, de notes d'état corporel et de consistances des matières fécales des chèvres de l'élevage 6, pour les quatre visites.

	Visite 1	Visite 2	Visite 3	Visite 4
Nombre de chèvres prélevées	54	53	42	36
Prévalence intra-élevage (en %)	48	60	70	63
Moyenne d'excrétion de <i>S. papillosus</i> (opg)	119	245	298	358
Ecart-type (opg)	344	631	715	1010
Médiane (opg)	0	50	150	75
Premier quartile (opg)	0	0	0	0
Troisième quartile (opg)	100	250	288	263
Minimum (opg)	0	0	0	0
Maximum (opg)	2350	3300	4450	5900
Moyenne des notes d'état corporel	1,9	2,2	2,2	2,1
Pourcentage de chèvres avec des fèces humides	39	36	26	31

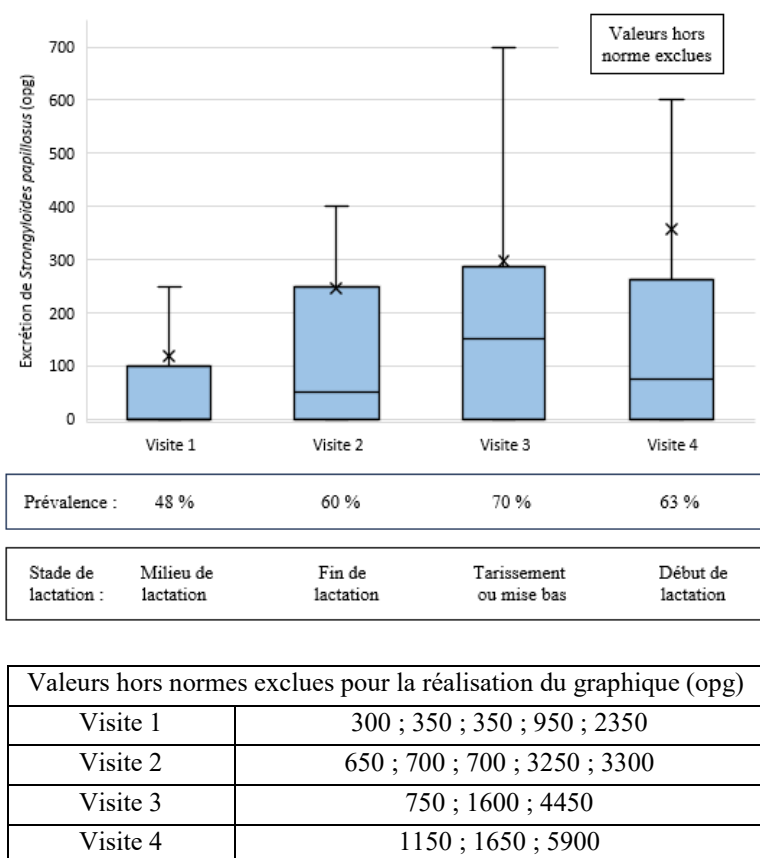


Figure 14 : Dispersion de l'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus* de l'élevage 6 pour les quatre visites. Les valeurs hors normes sont exclues de ce graphique (valeurs maximales) pour plus de clarté sur le graphique. (Légende : bas de la boîte à moustache correspondant au premier quartile ; milieu de la boîte à moustache correspondant à la médiane ; haut de la boîte à moustache correspondant au troisième quartile ; moustache inférieure correspondant à la valeur minimale ; moustache supérieure correspondant à la valeur maximale (ou valeur hors norme) ; croix correspondant à la moyenne).

g) *Analogie de la cinétique d'excrétion fécale d'œufs de Strongyloïdes papillosus*

Le graphique présenté en figure 15 permet d'étudier les analogies de la cinétique d'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus* entre les différents élevages. Les données présentes sur ce graphique sont les médianes d'excrétion fécale d'œufs de *S. papillosus* à chaque visite. Les élevages 1, 3, 4, 5 et 6, ont une cinétique d'excrétion fécale d'œufs de *S. papillosus* variant peu au cours de l'étude. La cinétique d'excrétion fécale d'œufs de *S. papillosus* de l'élevage 2 diffère des autres élevages. Elle augmente lors des trois premières visites. Il est à noter qu'un traitement anthelminthique a été mis en place entre la visite 3 et la visite 4.

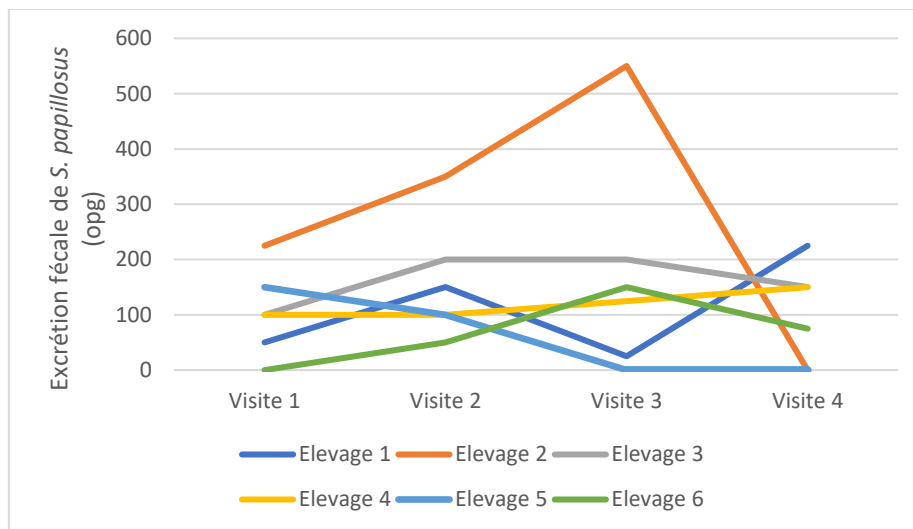


Figure 15 : Médianes et cinétique d'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus* lors des 4 visites pour les 6 élevages. Traitement anthelminthique avant la visite 3 pour l'élevage 5 et avant la visite 4 pour l'élevage 2.

h) *Nombre de caprins morts ou réformés en cours d'étude*

Entre 15 et 30 % des chèvres de l'étude ont été réformées ou sont mortes entre la visite 1 et la visite 4, selon les élevages (Tableau XXVI). Au total, 276 chèvres étaient présentes en visite 4, contre 363 en visite 1. Vingt-quatre chèvres ont été perdues entre la visite 1 et la visite 2, 43 entre la visite 2 et la visite 3 et 20 entre la visite 3 et la visite 4.

Tableau XXVI : Pourcentage de caprins morts ou réformés lors de cette étude pour les 6 élevages.

	Nombre de caprins présents à la visite 1	Nombre de caprins présents à la visite 2	Nombre de caprins présents à la visite 3	Nombre de caprins présents à la visite 4	Pourcentage de caprins perdus lors de l'étude
Elevage 1	40	40	37	34	15 %
Elevage 2	30	29	26	25	17 %
Elevage 3	120	103	93	89	26 %
Elevage 4	28	28	26	22	21 %
Elevage 5	91	86	72	68	25 %
Elevage 6	54	53	42	38	30 %
Total	363	339	296	276	Moyenne 22,3 %

5. Résultats des relevés de température de litière

La température des litières a été mesurée à chaque visite, pour chaque lot de chèvres. Lors de la visite 1, chaque température de litière correspond à la moyenne de 12 valeurs. En revanche, lors des visites 2, 3 et 4, chaque température correspond à la moyenne de 4 valeurs. Ces températures de litière semblent varier en fonction de la saison mais également en fonction de la durée qui sépare les relevés de température et la dernière date de curage. Ces températures oscillent entre 19,5 et 42,4 °C (Tableau XXVII).

Tableau XXVII : Résultats des relevés de températures de litières pour chaque lot de caprins dans les 6 élevages, lors des quatre visites.

Température de litière (°C)		Visite 1	Visite 2	Visite 3	Visite 4
Elevage 1	Lot 1	32,6	30,2	19,5	22,6
	Lot 2	31,0	26,7	22,7	23,3
Elevage 2	Lot 1	34,6	31,0	23,8	32,3
Elevage 3	Lot 1	36,4	36,6	26,8	25,3
	Lot 2	34,0	42,4	30,1	25,1
	Lot 3	33,8	36,0	31,8	25,7
	Lot 4	33,2	35,6	32,8	25,3
	Lot 5	34,3	40,4	30,7	25,0
	Lot 6	32,2	36,1	28,2	25,8
	Lot 7	/	/	30,6	/
Elevage 4	Lot 1	29,7	25,4	22,4	22,0
Elevage 5	Lot 1	35,5	32,5	36,0	31,1
	Lot 2	36,8	34,8	35,5	29,5
	Lot 3	37,7	33,9	39,5	30,6
	Lot 4	40,0	35,8	33,4	/
	Lot 5	/	/	27,9	/
Elevage 6	Lot 1	33,8	35,8	27,3	27,4
	Lot 2	33,4	32,6	30,4	28,6
	Lot 3	/	31,4	30,8	/
	Lot 4	/	32,1	/	/

6. Cinétique d'excrétion fécale individuelle d'œufs de *Strongyloides papillosus*

La cinétique d'excrétion fécale individuelle d'œufs de *Strongyloides papillosus* pour toutes les chèvres prélevées au cours de cette étude est visible en figure 16. Au vu du nombre de données pour chaque visite, ce graphique est peu lisible. Ainsi, pour évaluer cette cinétique d'excrétion, une catégorisation de l'excrétion fécale d'œufs de *S. papillosus* est réalisé dans la suite de ce travail.

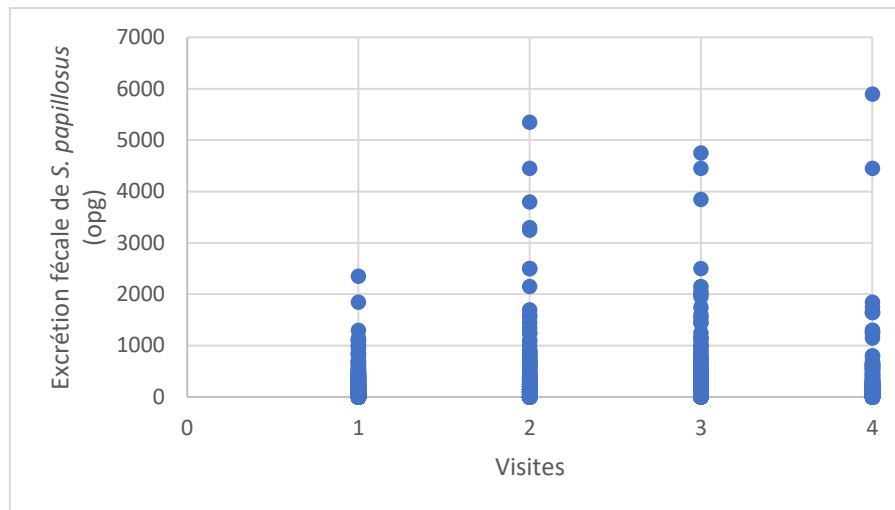


Figure 16 : Excrétion fécale d'œufs de *Strongyloides papillosus* de toutes les chèvres prélevées au cours des 4 visites. En abscisse : les 4 visites réalisées. En ordonnées : valeurs d'excrétion fécale d'œufs de *S. papillosus* en opg. Exclusion de la valeur d'excrétion fécale d'œufs de *S. papillosus* de 18050 en visite 3.

a) *Catégorisation de l'excrétion fécale d'œufs de Strongyloides papillosus par gramme de fèces*

Pour décrire la cinétique individuelle d'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloides papillosus*, chaque chèvre prélevée a été placée dans une catégorie d'excrétion pour chacune des quatre visites. Il n'existe aucun seuil d'excrétion fécale de *Strongyloides papillosus* chez les caprins dans la littérature, les seuils retenus dans cette étude sont donc des seuils choisis arbitrairement d'après les seuils utilisés pour les strongles gastro-intestinaux. Les trois catégories d'excrétion choisies sont :

- Catégorie 1 : excrétion de 0 à 499 œufs de *Strongyloides papillosus* par gramme de matière fécale
- Catégorie 2 : excrétion de 500 à 999 œufs de *Strongyloides papillosus* par gramme de matière fécale
- Catégorie 3 : excrétion supérieure ou égale à 1000 œufs de *Strongyloides papillosus* par gramme de matière fécale

Seules les chèvres ayant été prélevées au minimum trois fois ont été conservées. Les chèvres de l'élevage 5 ont été écartées car elles ont reçu un traitement antiparasitaire à base d'éprinomectine entre la deuxième et la troisième visite, modifiant ainsi leur cinétique d'excrétion. Concernant les chèvres de l'élevage 2, seuls les trois premiers prélèvements ont été conservés, car elles ont reçu le même traitement antiparasitaire mais cette fois entre la troisième visite et la quatrième visite. Enfin, concernant l'élevage 4, les 4 prélèvements ont été

conservés car la cure de complément alimentaire à visée antiparasitaire semble avoir eu un effet très limité sur *Strongyloïdes papillosus*.

Ainsi, au total 224 chèvres ont été retenues pour l'évaluation de la cinétique d'excrétion fécale d'œufs de *S. papillosus* : 37 chèvres pour l'élevage 1, 26 pour l'élevage 2, 93 pour l'élevage 3, 26 pour l'élevage 4 et 42 pour l'élevage 6. Cette cinétique a été réalisée sur la base de 45 chèvres ayant été prélevées 3 fois et 179 chèvres ayant été prélevées 4 fois. Chaque chèvre a été placée dans une des catégories à chaque visite.

Les résultats de cette cinétique d'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus* sont visibles dans le tableau XXVIII.

Parmi les 45 chèvres prélevées 3 fois, 64,5 % n'ont pas changé pas de catégorie d'excrétion, 31,1 % ont changé de catégorie d'excrétion pour une catégorie supérieure et 4,4 % ont changé plusieurs fois de catégorie d'excrétion au cours du suivi. Parmi les 175 chèvres prélevées 4 fois, 76,5 % n'ont pas changé pas de catégorie d'excrétion, 11,7 % ont changé de catégorie d'excrétion pour une catégorie supérieure, 1,7 % ont changé de catégorie d'excrétion pour une catégorie inférieure et 10,1 % ont changé plusieurs fois de catégorie d'excrétion au cours du suivi (Tableau XXIX).

Il existe ainsi une certaine stabilité quant à l'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus* chez les chèvres de cette étude car 74 % des chèvres restent dans la même catégorie d'excrétion lors de 3 ou 4 coproscopies, sur une durée de 10 mois.

Tableau XXVIII : Classement par catégorie d'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus* des chèvres ayant été prélevées à minima 3 fois, en excluant les résultats coproscopiques des chèvres ayant été traitées par de l'éprinomectine.

		Nombre de chèvres concernées	Total par classe	Pourcentage par classe
Stable dans une catégorie	Reste en catégorie 1	162	166	74,1
	Reste en catégorie 2	1		
	Reste en catégorie 3	3		
Passage dans une catégorie supérieure	Passage de la catégorie 1 à 2	19	35	15,6
	Passage de la catégorie 1 à 3	7		
	Passage de la catégorie 2 à 3	4		
	Passage de la catégorie 1 à 2 puis à 3	5		
Passage dans une catégorie inférieure	Passage de la catégorie 2 à 1	2	3	1,3
	Passage de la catégorie 3 à 2	1		
Plusieurs changements de catégories	2 changements de catégories (ex : passage de la catégorie 1 à 2 puis à 1)	16	20	9,0
	3 changements de catégories (ex : passage de la catégorie 1 à 3 à 1 puis à 2)	4		

Tableau XXIX : Catégorisation de l'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus* en fonction du nombre de prélèvements effectués.

	3 prélèvements		4 prélèvements	
	Nombre de chèvres concernées	Pourcentage par classe	Nombre de chèvres concernées	Pourcentage par classe
Stable dans une catégorie	29	64,5	137	76,5
Passage dans une catégorie supérieure	14	31,1	21	11,7
Passage dans une catégorie inférieure	0	0	3	1,7
Plusieurs changements de catégories	2	4,4	18	10,1

b) Autres seuils d'excrétion fécale d'œufs de Strongyloïdes papillosus

La catégorisation présentée précédemment étant arbitraire et ne s'appuyant sur aucune donnée de la littérature, d'autres seuils ont été testés. Concernant les autres seuils (250 opg, 750 opg et 1000 opg), la catégorisation a été simplifiée par rapport à la précédente (seuil 500 opg). En effet, seulement deux catégories d'excrétion ont été créés. Une catégorie où les chèvres excrètent moins que le seuil et une catégorie où elles excrètent autant ou plus que le seuil. Comme pour la catégorisation au seuil de 500 opg, les 224 chèvres ont été placées dans une catégorie d'excrétion à chaque visite et la notion de stabilité a été observée. Les résultats sont visibles dans le tableau XXX.

Dans notre étude, 40 % des chèvres excrètent moins de 250 œufs de *Strongyloïdes papillosus* au cours de l'étude, 72 % excrètent moins de 500 opg, 84 % excrètent moins de 750 opg et enfin 88 % excrètent moins de 1000 opg, en fonction du seuil choisi.

Tableau XXX : Résultats de la cinétique d'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus* en fonction de différents seuils d'excrétion.

Moyenne d'excrétion de <i>Strongyloïdes papillosus</i> (opg)	Pourcentage de chèvre excrétant moins que le seuil
Seuil de 250 opg	40
Seuil de 500 opg	72
Seuil de 750 opg	84
Seuil de 1000 opg	88

7. Facteurs associés à l'excrétion fécale de *Strongyloïdes papillosus*

La stabilité de l'excrétion fécale de *Strongyloïdes papillosus* venant d'être démontrée pour un seuil d'excrétion de 500 opg, chez les caprins de notre étude, la moyenne de l'excrétion fécale pour 2, 3 ou 4 visites selon les chèvres et les élevages est réalisée. Les valeurs de coproscopies exclues de l'évaluation des facteurs associés à l'excrétion fécale moyenne de *Strongyloïdes papillosus* en opg sont : les données de coproscopies des chèvres en visite 3 et 4 de l'élevage 5 et les données de coproscopies des chèvres en visite 4 de l'élevage 2. Concernant les autres élevages, la moyenne d'excrétion fécale d'œufs de *S. papillosus* est réalisée avec au minimum 3 valeurs d'excrétion fécale. Ainsi, les chèvres réformées ou mortes entre la première et la deuxième, ainsi qu'entre la deuxième et la troisième visite ne sont pas retenues. 312 chèvres sont retenues. La moyenne des notes d'état corporel est réalisée grâce à 2, 3 ou 4 valeurs comme expliqué précédemment.

Les médianes de production laitières journalières par élevage sont présentées dans le tableau XXXI.

Tableau XXXI : Seuils des catégories de production laitière journalière en kilogramme pour les 6 élevages.

	Catégorie	Production laitière journalière (kg)
Elevage 1	Faible productrice	< 3,3
	Forte productrice	≥ 3,3
Elevage 2	Faible productrice	< 2,6
	Forte productrice	≥ 2,6
Elevage 3	Faible productrice	< 3,4
	Forte productrice	≥ 3,4
Elevage 4	Faible productrice	< 2,7
	Forte productrice	≥ 2,7
Elevage 5	Faible productrice	< 3,8
	Forte productrice	≥ 3,8
Elevage 6	Faible productrice	< 2,6
	Forte productrice	≥ 2,6

Le tableau XXXII, regroupe les caractéristiques descriptives des 10 variables d'intérêt de cette étude pour les 312 chèvres retenues. La moyenne d'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus* est une variable quantitative de type non gaussienne décrite par la médiane et les quantiles. La moyenne de la note d'état corporelle, la consistance des matières fécales, la race, l'élevage, la parité, le niveau de production laitière journalière, le rang de lactation ainsi que le type de lactation sont des variables qualitatives décrites par leur effectif au sein de l'échantillon.

Tableau XXXII : Caractéristiques descriptives de notre échantillon. Première colonne : description des variables (* Variable quantitative de type non Gaussienne décrit par la médiane (Q1-Q3) ; ** Variable qualitative décrit par l'effectif (pourcentage)). Deuxième colonne : moyenne d'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloides papillosus* (opg) pour chaque catégorie. (N = 312 chèvres).

	Caractéristiques des variables	Médiane d'excrétion de <i>S.</i> <i>papillosus</i> (opg)
Excrétion fécale d'œufs de <i>Strongyloides papillosus</i> moyennée sur 2, 3 ou 4 visites (opg) *	162 (62-312)	/
Note d'état corporelle moyennée sur 2, 3 ou 4 visites **		
NEC < 2,0	102 (32,7)	213
NEC ≥ 2,0	210 (67,3)	125
Nombre d'occurrence de matière fécale de consistance humide **		
0	87 (27,9)	113
1	66 (21,2)	200
2	92 (29,5)	200
3	21 (6,7)	138
4	46 (14,7)	163
Race **		
Alpine	183 (58,7)	200
Saanen	129 (41,3)	125
Elevage **		
1	37 (11,9)	213
2	26 (8,3)	392
3	93 (29,8)	175
4	27 (8,7)	113
5	87 (27,9)	150
6	42 (13,5)	79,2
Pâturage **		
Non	286 (91,7)	150
Oui	26 (8,3)	392
Parité **		
Primipare	83 (26,6)	200
Multipare	229 (73,4)	150
Niveau de production laitière **		
Faible productrice	146 (46,8)	125
Forte productrice	166 (53,2)	175
Rang de lactation **		
1	93 (29,8)	200
2	101 (32,4)	167
3	58 (18,6)	175
≥ 4	60 (19,2)	119
Type de lactation **		
Lactation classique (sur une année)	246 (78,8)	175
Lactation longue (> à 1 an)	66 (21,2)	125

a) Association entre l'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus* et l'élevage

Le test de Kruskal-Wallis est réalisé, la p-value est inférieure à 0,05, ainsi l'hypothèse H0 « il n'y a pas de différence significative entre les moyennes des variables » est rejetée. Il existe donc une différence significative au niveau des moyennes d'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus* entre les élevages. La comparaison pair-à-pair permet de voir que l'excrétion fécale de *Strongyloïdes papillosus* est significativement différente entre les élevages 2 et 3 ; 2 et 4 ; 2 et 5 ; 2 et 6 et enfin 3 et 6, respectivement (Figure 17). L'élevage 2 est le seul élevage en agriculture biologique pratiquant le pâturage. Les autres élevages sont conduits en système conventionnel en bâtiment. Les effectifs sont ainsi très déséquilibrés entre les deux systèmes d'élevage, avec seulement 26 chèvres pour le système biologique avec pâturage contre 286 chèvres en élevage conventionnel en bâtiment. Dans cette étude, l'effet élevage et l'effet pâturage sont confondus.

Anova unidirectionnelle (non paramétrique)

Kruskal-Wallis				
	χ^2	ddl	p	ϵ^2
Moyenne Strongyloïdes	26.6	5	< .001	0.0854

Comparaison pair-à-pair de Dwass, Steel, Critchlow et Fligner

Comparaison pair-à-pair - Moyenne Strongyloïdes			
		W	p
1	2	3.12	0.235
1	3	-1.17	0.963
1	4	-2.77	0.367
1	5	-2.34	0.560
1	6	-3.89	0.065
2	3	-4.38	0.024
2	4	-4.77	0.010
2	5	-5.18	0.003
2	6	-5.45	0.002
3	4	-2.56	0.459
3	5	-1.84	0.786
3	6	-4.19	0.036
4	5	1.22	0.955
4	6	-1.04	0.978
5	6	-2.61	0.438

Figure 17 : Résultats du test de Kruskal-Wallis concernant la moyenne d'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus* et l'élevage.

b) Association entre l'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus* et la race

Le test de Mann-Whitney est réalisé, la p-value est inférieure à 0,05, ainsi l'hypothèse H0 « il n'y a pas de différence significative entre les moyennes des variables » est rejetée (Figure 18). La moyenne d'excrétion fécale d'œufs de *S. papillosus* chez les chèvres de race saanen est significativement moins élevée que chez les chèvres de race alpine, dans notre échantillon. Cet effet de la race peut être confondu avec l'effet élevage mis en évidence dans le paragraphe précédent. Ainsi pour s'affranchir de cet effet élevage, le test de Mann-Whitney est répété sans inclure les chèvres de l'élevage 2. La p-value est égale à 0,022, ainsi les chèvres de race saanen excrètent significativement moins d'œufs de *S. papillosus* dans leur fèces que les chèvres de race alpine, en s'affranchissant de l'effet élevage (Figure 19). Il reste à noter que les effectifs sont différents entre les élevages, ainsi pour les chèvres de race alpine l'élevage 1 dénombre 37 chèvres, l'élevage 2 26, l'élevage 3 93, l'élevage 4 27. Pour les chèvres de race saanen, l'élevage 5 dénombre 87 chèvres et l'élevage 6 en dénombre 42. De plus, concernant l'élevage 5, seules les données des deux premières visites sont incluses dans cette analyse car un traitement antiparasitaire a été réalisé entre la deuxième et la troisième visite.

Test t pour échantillons indépendants

Test t pour échantillons indépendants

		Statistique	p
Moyenne Strongyloïdes	U de Mann-Whitney	9372	0.002

Note. $H_0: \mu_{\text{Alpine}} = \mu_{\text{Saanen}}$

Hypothèses

Test de normalité (Shapiro-Wilk)

	W	p
Moyenne Strongyloïdes	0.398	< .001

Note. Une valeur p faible suggère une violation de la condition de normalité

Statistiques descriptives des groupes

	Groupe	N	Moyenne	Médiane	Ecart-type	Erreur standard
Moyenne Strongyloïdes	Alpine	183	357	200	731	54.0
	Saanen	129	214	125	383	33.7

Figure 18 : Résultats du test de Mann-Whitney concernant la moyenne d'excrétion fécale de *Strongyloïdes papillosus* et la race, pour tous les élevages.

Test t pour échantillons indépendants

Test t pour échantillons indépendants

		Statistique	p
Moyenne Strongyloides	U de Mann-Whitney	8537	0.022

Note. $H_0: \mu_{\text{Alpine}} = \mu_{\text{Saanen}}$

Hypothèses

Test de normalité (Shapiro-Wilk)

	W	p
Moyenne Strongyloides	0.531	< .001

Note. Une valeur p faible suggère une violation de la condition de normalité

Statistiques descriptives des groupes

	Groupe	N	Moyenne	Médiane	Ecart-type	Erreur standard
Moyenne Strongyloides	Alpine	157	259	175	349	27.8
	Saanen	129	214	125	383	33.7

Figure 19 : Résultats du test de Mann-Whitney concernant la moyenne d'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloides papillosus* et la race, sans les chèvres de l'élevage 2.

c) Association entre l'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloides papillosus* et la note d'état corporel

Le test de Mann-Whitney est réalisé, la p-value est égale à 0,005. Ainsi l'hypothèse H0 « il n'y a pas de différence significative entre les moyennes des variables » est rejetée. Ainsi, la moyenne d'excrétion fécale de *S. papillosus* chez les chèvres ayant une note d'état corporel inférieure à 2 est significativement plus élevée que chez les chèvres ayant une note d'état corporel supérieure ou égale à 2, dans notre échantillon (Figure 20).

Test t pour échantillons indépendants

Test t pour échantillons indépendants		Statistique	p
Moyenne Strongyloides	U de Mann-Whitney	8599	0.005

Note. $H_0: \mu_{NEC < 2,0} = \mu_{NEC \geq 2,0}$

Hypothèses

Test de normalité (Shapiro-Wilk)		
	W	p
Moyenne Strongyloides	0.409	< .001

Note. Une valeur p faible suggère une violation de la condition de normalité

Statistiques descriptives des groupes						
	Groupe	N	Moyenne	Médiane	Ecart-type	Erreur standard
Moyenne Strongyloides	NEC < 2,0	102	423	212	899	89.0
	NEC ≥ 2,0	210	237	125	401	27.7

Figure 20 : Résultats du test de Mann-Whitney concernant la moyenne d'excrétion fécale de *Strongyloides papillosus* et la note d'état corporel.

d) Association entre l'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus* et la consistance des matières fécales

Le test de Kruskal-Wallis permet d'obtenir une p-value égale à 0,052. Ainsi l'hypothèse H0 « il n'y a pas de différence significative entre les moyennes des variables » est acceptée. Il n'existe pas de différence significative des moyennes d'excrétion fécale d'œufs de *S. papillosus* en fonction du nombre d'occurrence de matière fécale de consistance humide. La comparaison pair-à-pair est donnée à titre indicatif (Figure 21).

Anova unidirectionnelle (non paramétrique)

Kruskal-Wallis				
	χ^2	ddl	p	ϵ^2
Moyenne Strongyloïdes	9.39	4	0.052	0.0302

Comparaison pair-à-pair de Dwass, Steel, Critchlow et Fligner

Comparaison pair-à-pair - Moyenne Strongyloïdes			
		W	p
0	1	3.769	0.059
0	2	3.262	0.143
0	3	1.923	0.654
0	4	2.963	0.222
1	2	-0.574	0.994
1	3	-0.940	0.964
1	4	-0.678	0.989
2	3	-0.512	0.996
2	4	-0.109	1.000
3	4	0.230	1.000

Figure 21 : Résultats du test de Kruskal-Wallis concernant la moyenne d'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus* et le nombre d'occurrence de matière fécale de consistance humide.

e) Association entre l'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus* et la parité

Le test de Mann-Whitney est réalisé, la p-value est égale à 0,037. Ainsi l'hypothèse H0 « il n'y a pas de différence significative entre les moyennes des variables » est rejetée. Ainsi, la moyenne d'excrétion fécale de *S. papillosus* chez les chèvres multipares est significativement moins élevée que chez les chèvres primipares, dans notre échantillon (Figure 22).

Test t pour échantillons indépendants

Test t pour échantillons indépendants		Statistique	p
Moyenne Strongyloïdes	U de Mann-Whitney	8034	0.037

Note. $H_0: \mu_{\text{multipare}} = \mu_{\text{primipare}}$

Hypothèses

Test de normalité (Shapiro-Wilk)		
	W	p
Moyenne Strongyloïdes	0.390	< .001

Note. Une valeur p faible suggère une violation de la condition de normalité

Statistiques descriptives des groupes						
	Groupe	N	Moyenne	Médiane	Ecart-type	Erreur standard
Moyenne Strongyloïdes	multipare	229	270	150	596	39.4
	primipare	83	374	200	661	72.6

Figure 22 : Résultats du test de Mann-Whitney concernant la moyenne d'excrétion fécale de *Strongyloïdes papillosus* et de la parité.

f) Association entre l'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus* et le type de lactation

Le test de Mann-Whitney est réalisé, la p-value est égale à 0,154. Ainsi l'hypothèse H0 « il n'y a pas de différence significative entre les moyennes des variables » est acceptée. Autrement dit, il n'existe pas de différence significative entre la moyenne d'excrétion fécale de *S. papillosus* chez les chèvres ayant une lactation classique en comparaison des chèvres en lactation longue (Figure 23).

Test t pour échantillons indépendants

Test t pour échantillons indépendants		Statistique	p
Moyenne Strongyloïdes	U de Mann-Whitney	7190	0,154

Note. H₁: $\mu_{\text{non}} \neq \mu_{\text{oui}}$

Hypothèses

Test de normalité (Shapiro-Wilk)		
	W	p
Moyenne Strongyloïdes	0,397	< .001

Note. Une valeur p faible suggère une violation de la condition de normalité

Statistiques descriptives des groupes						
	Groupe	N	Moyenne	Médiane	Ecart-type	Erreur standard
Moyenne Strongyloïdes	non	246	327	175	682	43.5
	oui	66	189	125	204	25.1

Figure 23 : Résultats du test de Mann-Whitney concernant la moyenne d'excrétion fécale de *Strongyloïdes papillosus* et du type de lactation.

g) Association entre l'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus* et le niveau de production laitière journalière

Le test de Mann-Whitney est réalisé, la p-value est égale à 0,226. Ainsi l'hypothèse H0 « il n'y a pas de différence significative entre les moyennes des variables » est acceptée. Il n'existe pas de différence significative entre la moyenne d'excrétion fécale de *S. papillosus* et le niveau de production laitière journalière, dans notre échantillon (Figure 24).

Test t pour échantillons indépendants

Test t pour échantillons indépendants

		Statistique	p
Moyenne Strongyloïdes	U de Mann-Whitney	11156	0.226

Note. H_a μ faible productrice \neq μ forte productrice

Hypothèses

Test de normalité (Shapiro-Wilk)

	W	p
Moyenne Strongyloïdes	0.393	< .001

Note. Une valeur p faible suggère une violation de la condition de normalité

Statistiques descriptives des groupes

		Groupe	N	Moyenne	Médiane	Écart-type	Erreur standard
Moyenne Strongyloïdes	faible productrice		146	253	125	379	31.4
	forte productrice		166	338	175	763	59.3

Figure 24 : Résultats du test de Mann-Whitney concernant la moyenne d'excrétion fécale de *Strongyloïdes papillosus* et le niveau de production laitière journalière.

h) Association entre l'excrétion fécale d'œufs de Strongyloïdes papillosus et le rang de lactation

Le test de Kruskal-Wallis est réalisé, la p-value égale est égale à 0,102. Ainsi l'hypothèse H0 « il n'y a pas de différence significative entre les moyennes des variables » est acceptée. Il n'existe pas de différence significative des moyennes d'excrétion fécale d'œufs de *S. papillosus* entre les rangs de lactation, dans notre échantillon. La comparaison pair-à-pair est donnée à titre indicatif (Figure 25).

Anova unidirectionnelle (non paramétrique)

Kruskal-Wallis				
	χ^2	ddl	p	ϵ^2
Moyenne Strongyloïdes	6.20	3	0.102	0.0199

Comparaison pair-à-pair de Dwass, Steel, Critchlow et Fligner

Comparaison pair-à-pair - Moyenne Strongyloïdes			
		W	p
3	2	0.172	0.999
3	>= 4	-1.669	0.640
3	1	1.345	0.777
2	>= 4	-2.326	0.354
2	1	1.505	0.712
>= 4	1	3.566	0.057

Figure 25 : Résultats du test de Kruskal-Wallis concernant la moyenne d'excrétion fécale de *Strongyloïdes papillosus* et le rang de lactation.

i) *Association entre l'excrétion fécale de Strongyloïdes papillosus et le stade de lactation*

L'association entre l'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus* et le stade de lactation est évaluée uniquement visuellement car il s'agit de données répétées et le traitement statistique diffère. Ainsi l'excrétion fécale d'œufs de *S. papillosus* en fonction des différents stades de lactation est visible par élevage sur les figures 9 à 14. Aucune tendance n'est visualisable sur ces figures. Visuellement, l'excrétion fécale d'œufs de *S. papillosus* ne semble pas différente en fonction du stade de lactation des chèvres prélevées, dans notre échantillon.

j) *Synthèse des facteurs associés à l'excrétion fécale de Strongyloïdes papillosus*

Au bilan, dans cette étude, les facteurs significativement associés à l'excrétion fécale de *S. papillosus* sont l'élevage, la race, la note d'état corporel ainsi que la parité (Tableau XXXIII).

Tableau XXXIII : Synthèse des facteurs associés à l'excrétion fécale de *Strongyloïdes papillosus* dans cette étude.

Facteurs significativement associés à l'excrétion fécale de <i>Strongyloïdes papillosus</i>	Excrétion fécale plus faible	Excrétion fécale plus élevée
Race	Saanen	Alpine
Note d'état corporel	NEC \geq 2	NEC $<$ 2
Parité	Multipare	Primipare

IX. Discussion

1. Synthèse des résultats et interprétation

a) Prévalence de *Strongyloïdes papillosus*

La prévalence de *Strongyloïdes papillosus* au sein des élevages varie de 48 % (élevage 6 en visite 1) à 92 % (élevage 2 en visite 3), hors traitement antiparasitaire. L'échantillonnage de cette étude est basé sur une prévalence intra-populationnelle attendue de 36 % +/- 10,7 (Chartier, Reche 1992). Les prévalences intra-élevages que nous obtenons sont toujours supérieures à la prévalence attendue et sont généralement beaucoup plus élevées.

Cette prévalence peut également être calculée à l'échelle de la population de notre étude. La prévalence individuelle se calcule selon la formule suivante :

Prévalence individuelle = Prévalence d'individus atteints * Prévalence de troupeau atteints

La prévalence individuelle au niveau de la population d'étude est calculée à partir des données de coproscopies obtenus lors de la visite 1. En effet, lors de la première visite toutes les chèvres sont présentes et aucun traitement antiparasitaire n'a été réalisé.

$$\begin{aligned}\text{Prévalence individuelle population visite 1} &= (24 + 23 + 79 + 20 + 73 + 26) / 363 * (6 / 6) \\ &= 245 / 363 \\ &= 67 \%\end{aligned}$$

Ainsi, la prévalence individuelle de la population de cette étude est de 67 %, c'est-à-dire nettement supérieure à la prévalence attendue. Cette différence est peut-être due aux systèmes d'élevage qui diffèrent. En 1991, il s'agissait de troupeaux caprins ayant accès au pâturage 7 à 9 mois de l'année. Le nombre moyen de chèvres adultes présents par élevage variait de 32 à 62. Le nombre de traitement anthelminthique annuel variait de 2 à 10 et les molécules les plus utilisées étaient la famille des benzimidazoles à 80 % (fenbendazole, oxfenbendazole, fébantel), puis l'ivermectine (12 %) (Chartier, Reche 1992). Dans notre étude, les caprins sont élevés uniquement au bâtiment pour 5 élevages sur 6. En revanche, l'élevage ayant la prévalence la plus élevée (77 %, 86 % et 92 % en visite 1, 2 et 3 respectivement) est l'élevage avec accès au pâturage. Cet élevage diffère des 5 autres élevages lors de l'analyse statistique. Ainsi, l'élevage se rapprochant le plus des critères des élevages étudiés par Chartier et Reche (1992) est également celui ayant la prévalence la plus différente. La taille des troupeaux dans notre étude est très différente de celle de 1991, et varie de 150 à 525 chèvres adultes présentes par élevage. La récurrence des traitements est moindre dans notre étude avec 3 élevages qui n'ont pas pratiqué de traitement anthelminthique depuis plusieurs années et 3 élevages avec en moyenne un traitement anthelminthique à base d'éprinomectine par an.

b) Cinétique d'excrétion individuelle d'œufs de *Strongyloïdes papillosus* et seuils

La figure 26 permet d'illustrer la cinétique d'excrétion d'œufs de *Strongyloïdes papillosus* chez les chèvres de cette étude, en fonction de différents seuils. Ainsi selon le seuil choisi, 40 % des chèvres excrètent moins de 250 œufs de *S. papillosus* par gramme de fèces lors des 3 ou 4 prélèvements, 72 % excrètent moins de 500 opg, 84 % excrètent moins que 750 opg et 88 % excrètent moins de 1000 opg. Ainsi, quel que soit le seuil choisi, l'excrétion fécale d'œufs de *S. papillosus* est faible à très faible.

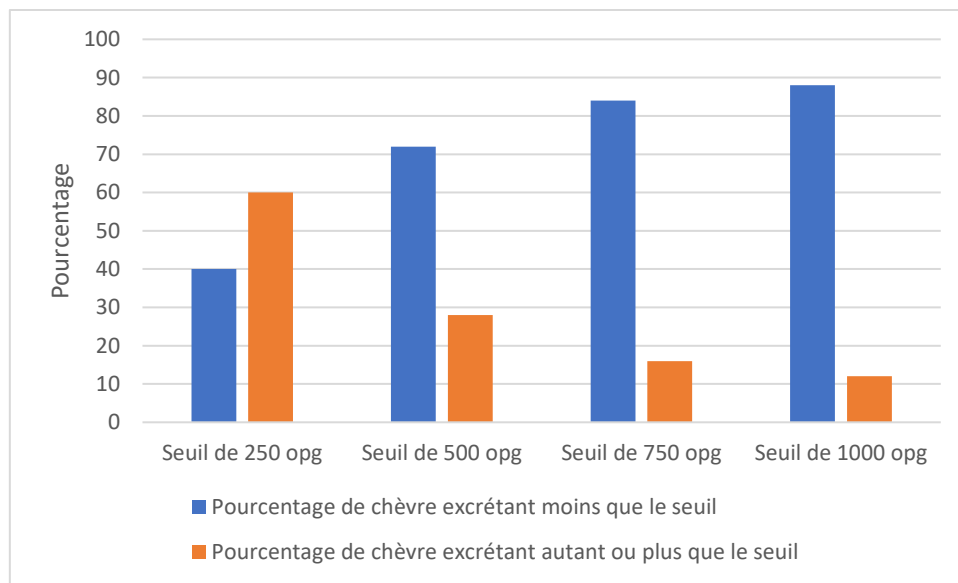


Figure 26 : Excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus* au cours de l'étude (3 ou 4 visites) en fonction de différents seuils d'excrétion.

Il n'existe, à notre connaissance, pas de point de comparaison avec ces seuils dans la littérature disponible. Aucune étude publiée ne s'est penchée sur la cinétique d'excrétion individuelle d'œufs de *S. papillosus* chez les caprins adultes ou chez les bovins et ovins adultes sur une période de plusieurs mois. En revanche, des données sont disponibles concernant la cinétique d'excrétion de *Strongyloïdes spp.* chez des veaux entre leurs naissances et l'âge de 38 jours. Chez ces veaux, l'excrétion fécale de *Strongyloïdes spp.* débute dès 10 jours pour atteindre un pic d'excrétion à 22 jours, aux alentours de 7500 opg, puis cette excrétion diminue jusqu'à 1000 opg à 36 jours de vie (voir figure 6, Partie 1, III).

Dans ce travail, la cinétique d'excrétion individuelle d'œufs de *S. papillosus* a été déterminée à l'aide de quatre données de coproscopies quantitatives réalisées à 3 mois d'intervalle sur une période de 10 mois. Les résultats montrent que 74,1 % des chèvres restent stables dans leur catégorie d'excrétion, lors des 3 ou 4 visites. Parmi ces chèvres, 72 % excrètent moins de 500 œufs de *S. papillosus* par gramme de fèces tout au long de l'étude. Des études

complémentaires permettant un suivi coproscopique plus rapproché afin d'étudier plus en détail cette cinétique d'excrétion sont nécessaires.

Enfin, se pose également la question de l'interprétation des seuils d'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloides papillosus*. En effet, sans signes cliniques évidents rapportés à la strongyloïdose, faut-il s'inquiéter de seuils d'excrétion élevés ? S'agit-il d'une maladie ou juste d'une présence dans les matières fécales ? Les signes cliniques attribués à la strongyloïdose chez les caprins sont de la faiblesse, de la léthargie, de l'inappétence, des troubles respiratoires, de la diarrhée transitoire, des matières fécales allongés, de la déshydratation, de la polyurie, de l'anémie, ainsi que des signes nerveux. Dans notre étude, toutes les chèvres prélevées pour coproscopies ont fait l'objet d'un examen clinique succinct afin de noter les éléments de clinique facilement identifiables. Les signes cliniques pris en compte étaient notamment la présence d'adénomégalie, d'abcès, les signes de CAEV (gros genoux), le poil piqué, la présence de diarrhée. Cette liste est non exhaustive. En revanche, ces données cliniques n'ont pas été exploitées comme résultat du fait de la difficulté de les associer à la strongyloïdose.

c) Facteurs associés à l'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloides papillosus*

Dans notre échantillon, aucune association entre l'excrétion fécale de *Strongyloides papillosus* et les facteurs liés à la production laitière n'a été démontrée. En effet, le type de lactation, le niveau de production laitière ainsi que le rang de lactation ainsi n'ont montré aucune différence significative concernant l'excrétion fécale de *Strongyloides papillosus* dans cette étude.

En revanche, une différence significative d'excrétion fécale de *Strongyloides papillosus* a été observée selon l'élevage, la race, la note d'état corporel, ainsi que la parité. Ainsi, les facteurs significativement associés à une excrétion fécale d'œufs de *Strongyloides papillosus* plus élevée sont la race alpine, une note d'état corporel inférieure à 2, et le fait d'être une chèvre primipare, dans notre étude.

Concernant le facteur race, deux élevages de race saanen ont été échantillonnés dans cette étude, contre 4 élevages de race alpine. Parmi eux, l'élevage 5 a réalisé un traitement antiparasitaire ainsi seules les valeurs de la première et la deuxième visite ont été conservées. Ce facteur race saanen repose sur 87 chèvres de l'élevage 5 (2 visites) et 42 chèvres de l'élevage 6 (3 ou 4 visites). Ainsi, le fait que le facteur race saanen repose davantage sur 2 visites que sur 4 visites contrairement au facteur race alpine introduit un biais concernant l'association avec l'excrétion fécale de *Strongyloides papillosus*.

Enfin, comme détaillé précédemment, l'effet élevage et l'effet pâturage sont confondus. L'élevage 2 diffère significativement de 4 autres élevages (élevage 3, 4, 5 et 6), or il s'agit du

seul élevage en agriculture biologique avec pâturage. De plus, l'élevage 2 est représenté par un faible effectif, à savoir seulement 26 chèvres. Cet effet du pâturage est à approfondir.

Quels que soient les facteurs d'association de l'excrétion fécale de *Strongyloides papillosus* mis en évidence dans cette étude, la charge parasitaire supportée par les chèvres dépend du type d'élevage, de l'alimentation, de l'environnement, de la génétique des animaux, etc.

2. Limites de l'étude

a) Table d'échantillonnage et prévalence

Lors de la rédaction du protocole de cette expérimentation, les tables de l'ouvrage d'épidémiologie appliquée de Toma et al. (2008) ont été utilisées pour l'échantillonnage. La première table utilisée (voir tableau XIV) permet de déterminer le nombre de sujets à prélever en connaissant la prévalence attendue dans la population d'intérêt ainsi que la précision relative souhaitée. Dans le cas où ce nombre de sujet à prélever aboutit à un taux de sondage supérieur à 10 %, une deuxième table (voir tableau XV) est à utiliser afin de déterminer le nombre de sujets définitifs à prélever. Dans cette étude, 20 chèvres ont été prélevées pour un lot de 50 chèvres, 22 chèvres pour un lot de 80, 24 chèvres pour un lot de 100, 25 chèvres pour un lot de 150, 27 chèvres pour un lot de 170, 28 chèvres pour un lot de 350 et 30 chèvres pour un lot de 550. Or pour obtenir cet échantillonnage des approximations ont été faites.

Il est plus fréquent d'utiliser une table d'estimation de la fréquence, en définissant le risque alpha, le risque relatif accepté ainsi que la fréquence à estimer. Cette table permet de définir le nombre de sujets à prélever dans le cas où le sondeur sait que la maladie qu'il recherche est présente dans le troupeau. Vérifions que l'échantillonnage déterminé en matériel et méthode soit correct. Le risque alpha classiquement retenu est 0,05, le risque relatif accepté est 50 % (risque relatif mauvais) pour être en accord avec le risque relatif retenu en matériel et méthode et la fréquence à estimer est de 36 % (Chartier, Reche 1992). Ces paramètres permettent de calculer l'intervalle de confiance de la fréquence à estimer, dans ce cas $[36 - 36 \cdot 50 \% ; 36 + 36 \cdot 50 \%]$ soit $[18 ; 54]$, avec un risque de 5 % que la prévalence soit en dehors de cet intervalle de confiance. La table d'estimation de la fréquence présentée en tableau XXXIV, permet d'obtenir l'échantillonnage en fonction de la population en conservant les mêmes paramètres qu'en partie matériel et méthode. Ainsi pour un lot de 50 chèvres il faut en prélever 18, pour un lot de 80 il faut en prélever 20, pour un lot de 100 il faut en prélever 21, pour un lot de 150 il faut en prélever 23 et enfin pour un lot entre 400 et 800 chèvres il faut en prélever 26. Il est couramment recommandé d'ajouter 10 à 15 % à cet échantillonnage afin de prévoir les pertes d'informations.

Tableau XXXIV : Table d'estimation de fréquence. Nombre d'individus nécessaires pour estimer une fréquence selon la taille de la population (N), l'erreur relative acceptée (delta/f) au risque alpha.

f \ N	alpha			epsilon			erreur relative																							
	0,05	1,95996	50%																											
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1500	2000	3000	4000	5000	10000	20000	30000	40000	
0,01	10	20	29	39	48	58	67	76	85	94	137	177	251	317	376	430	479	524	565	603	755	864	1009	1102	1166	1320	1414	1448	1465	
0,03	10	19	28	37	45	54	61	69	76	83	115	143	187	222	249	272	291	306	320	332	373	398	426	442	452	473	485	489	491	
0,04	10	19	28	36	44	52	59	66	72	79	107	130	165	192	212	228	242	252	262	269	296	311	328	338	343	356	362	364	365	
0,05	10	19	27	35	43	50	56	63	69	74	99	119	148	169	184	196	206	214	220	226	244	255	266	272	276	284	288	289	290	
0,06	10	18	27	34	41	48	54	60	66	71	92	109	134	150	162	172	179	185	190	194	207	215	223	227	230	235	238	239	239	
0,07	10	18	26	33	40	46	52	57	62	67	86	101	121	135	145	152	158	163	166	170	180	185	191	194	196	200	202	203	203	
0,08	9	18	26	33	39	45	50	55	60	64	81	94	111	123	131	137	141	145	148	150	158	162	167	169	171	174	175	176	176	
0,09	9	18	25	32	38	43	48	53	57	61	76	87	102	112	119	123	127	130	132	134	141	144	148	150	151	153	154	155	155	
0,10	9	17	25	31	37	42	46	51	55	58	72	82	95	103	108	112	115	118	120	121	127	129	132	134	135	136	137	138	138	
0,15	9	16	22	27	32	36	39	42	44	47	55	61	67	72	74	76	77	79	79	80	82	83	85	85	86	86	87	87	87	
0,20	9	15	20	24	28	30	33	35	37	38	44	47	51	53	55	56	57	57	58	58	59	60	60	61	61	61	61	61	61	
0,25	8	14	18	21	24	26	28	29	30	32	35	37	40	41	42	43	43	44	44	44	45	45	45	46	46	46	46	46	46	
0,30	8	13	16	19	21	22	24	25	26	26	29	30	32	33	33	34	34	34	34	35	35	35	36	36	36	36	36	36	36	
0,35	7	12	15	17	18	19	20	21	22	22	24	25	26	27	27	27	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	29	29
0,36	7	12	14	16	18	19	20	21	21	21	23	24	25	26	26	26	26	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
0,40	7	11	13	15	16	17	17	18	18	19	20	21	21	22	22	22	22	22	22	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
0,45	7	10	12	13	14	14	15	15	16	16	17	17	18	18	18	18	18	18	18	18	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
0,50	6	9	10	11	12	12	13	13	13	13	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
0,55	6	8	9	10	10	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13
0,60	5	7	8	8	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
0,65	5	6	6	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
0,70	4	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
0,75	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
0,80	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
0,85	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
0,90	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
0,95	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Le tableau XXXV récapitule le nombre d'individus à prélever en fonction de la taille des lots présent dans cette étude, en fonction des tables de Toma et al. (2008), de la table d'estimation de la fréquence, de la table d'estimation de la fréquence plus 10 % pour prévoir les pertes d'informations et enfin le nombre de chèbres prélevées dans cette étude. Ces résultats nous permettent de conclure que l'échantillonnage réalisé dans cette étude est en accord avec l'échantillonnage proposé dans la table d'estimation de la fréquence auquel il a été ajouté 10 % afin de prévoir les pertes d'informations.

Tableau XXXV : Récapitulatif de l'échantillonnage selon les tables de Toma et al. (2008), selon la table d'estimation de fréquence, retenue dans cette étude et tenant compte des pertes d'informations.

Taille du lot à échantillonner	Nombre obtenu avec les tables de Toma et al. 2008	Nombre obtenu avec la table d'estimation de la fréquence	Nombre obtenu avec la table d'estimation de la fréquence + 10 %	Nombre prélevé dans cette étude
50	20	18	19,8 → 20	20
80	24	20	22	22
100	24	21	23,1 → 23	24
150	25	23	25,3 → 25	25
170	27	24	26,4 → 26	27
350	28	26	28,6 → 29	28
550	29	26	28,6 → 29	30

Les calculs de prévalence intra-élevage et intra-étude, lors de la première visite, permettent d'objectiver que la prévalence réelle observée dans cette étude est supérieure à la fréquence attendue de 36 % (Chartier, Reche 1992). En effet, les prévalences intra-élevage obtenues en visite 1 atteignent 60 % pour l'élevage 1, 77 % pour l'élevage 2, 70 % pour l'élevage 3, 71 % pour l'élevage 4, 80 % pour l'élevage 5 et 48 % pour l'élevage 6. La prévalence intra-étude calculée en visite 1 est de 67 %. Cette comparaison est réalisée avec les valeurs obtenues lors de la première visite car toutes les chèvres étaient présentes. Concernant les visites 2, 3 et 4, des pertes d'informations sont à noter en raison des chèvres réformées ou mortes. Ainsi le fait d'obtenir une prévalence intra-étude de 67 % et non de 36 % comme attendu, permet de retourner dans la table d'estimation de la fréquence et de modifier les paramètres, afin d'obtenir le même échantillonnage avec une fréquence à estimer de 67 % (modification de l'erreur relative). La manipulation de la table d'estimation de la fréquence permet d'obtenir une erreur relative de 26 % contre 50 % dans le protocole, voir tableau XXXVI. L'intervalle de confiance de la prévalence intra-étude devient donc : $[67 - 67 * 26 \% ; 67 + 67 * 26 \%]$ soit $[49,6 ; 84,4]$.

Tableau XXXVI : Table d'estimation de fréquence, avec une fréquence à estimer de 67 %. Nombre d'individus nécessaires pour estimer une fréquence selon la taille de la population (N), l'erreur relative acceptée ($\Delta f/f$) au risque alpha.

	alpha		epsilon		erreur relative																			
	0,05		1,95996		26%																			
f \ N	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1500	2000	3000	
0,67	7	12	14	16	18	19	20	21	21	22	24	25	26	26	27	27	27	27	27	27	27	27	28	28

Enfin cette prévalence intra-étude permet de se référer à la table de Canon et Roe, dans le but de déterminer le nombre d'individus à prélever dans le cas où l'on se place dans un troupeau où la présence de *Strongyloides papillosus* n'est pas connu. Cette table permet d'obtenir le nombre de sujets à prélever pour identifier au minimum un individu si la prévalence est d'au moins 67 %. Cette table donne un nombre de 4 individus à prélever quel que soit l'effectif de l'élevage, voir tableau XXXVII.

Tableau XXXVII : Table de Canon et Roe. Nombre d'individus nécessaires pour détecter au moins un individu positif selon la taille de la population (N) et la fréquence dans la population (f) au risque alpha.

f // N	10	22	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1500	2000	3000
0,01	10	22	30	40	49	58	68	75	83	89	115	132	153	166	174	180	184	188	190	192	199	203	206
0,02	10	22	30	40	49	56	63	68	74	78	95	106	118	125	129	132	135	136	138	139	142	144	146
0,03	10	22	30	38	44	49	54	58	61	64	73	79	85	88	90	92	93	94	94	95	96	97	98
0,04	10	21	28	35	39	43	46	49	51	53	59	62	66	68	69	70	71	71	71	72	73	73	73
0,05	10	22	27	32	35	38	41	42	44	45	49	52	54	55	56	57	57	57	58	58	58	59	59
0,06	10	21	25	29	32	34	36	37	38	39	42	44	46	47	47	48	48	48	48	48	49	49	49
0,07	10	20	23	27	29	31	32	33	34	35	37	38	40	40	41	41	41	41	41	41	42	42	42
0,08	10	19	22	25	27	28	29	30	31	31	33	34	35	35	36	36	36	36	36	36	37	37	37
0,09	10	18	21	23	24	26	26	27	28	28	30	30	31	32	32	32	32	32	32	32	32	33	33
0,10	10	17	19	21	23	24	24	25	25	26	27	28	28	28	29	29	29	29	29	29	29	29	29
0,15	9	13	15	16	16	17	17	17	18	18	18	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
0,20	8	11	12	12	13	13	13	13	13	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
0,25	7	9	10	10	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
0,30	7	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
0,35	6	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
0,40	5	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
0,45	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
0,50	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
0,60	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
0,67	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
0,70	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
0,80	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

b) Réallotement

Lors de la rédaction du protocole de cette étude, un traitement des données à l'échelle individuelle, puis à l'échelle du lot et enfin à l'échelle de l'élevage avait été imaginé. Cependant, lors des différentes visites d'élevage il s'est avéré que les lots ne sont pas stables et sont régulièrement brassés, à la mise à la reproduction, au tarissement, à la mise bas, etc.

L'élevage 5 servira d'exemple :

- Visite 1 : 4 lots, allotement en fonction de la mise à la reproduction (monte naturelle, insémination artificielle, lactation longue).
- Visite 2 : 4 lots, allotement en fonction des dates d'échographies pour diagnostic de gestation.
- Visite 3 : 8 lots, allotement en fonction des dates de mises bas.
- Visite 4 : 3 lots, allotement en fonction de la parité (primipare, multipare, lactation longue).

La participation à cette étude ne devait pas être une contrainte pour les éleveurs, c'est pour cette raison qu'il n'a pas été imposé aux éleveurs de conserver les mêmes lots durant toute la période de l'étude.

Un des objectifs de ce travail était d'étudier l'excrétion et la cinétique d'excrétion de *Strongyloides papillosus* à l'échelle des lots, en raison du rôle joué par l'environnement dans le cycle parasitaire. Les conditions environnementales ont été approchées par des relevés de

température de la litière comme décrit dans la partie 2, II, 5, f, ainsi que les relevés de date de curage des litières. Dans ce travail, la température de litière de chaque lot de chèvre dans chaque élevage s'appuie sur la moyenne de 12 valeurs, en visite 1. Pour les visites suivantes, un protocole allégé a été mis en place. Les températures de litières correspondent à la moyenne de 12 valeurs, lors des visites 2, 3 et 4. Ce protocole a été allégé car il était très chronophage dans les élevages possédant beaucoup de lots.

En raison des réallotements, ces indicateurs n'ont pas pu être exploités. Une perspective de recherche serait d'étudier l'impact de l'environnement, notamment au travers de la température des litières, sur l'excrétion fécale de *Strongyloides papillosus* chez les caprins. Pour cela, une étude imposant la stabilité des lots serait nécessaire.

c) Taux de renouvellement

Tout comme pour les réallotements, il n'a pas été imposé aux éleveurs de conserver dans l'élevage les chèvres prélevées durant toute la période de l'étude. Ainsi, entre 15 et 30 % des chèvres sont mortes ou ont été réformées durant cette étude, (Tableau XXV, Partie 2, III, 4, h). Le plus fort taux de renouvellement a été observé entre la visite 2 et la visite 3, c'est-à-dire avant la période de mise bas. En moyenne sur les 6 élevages, 22,3 % des chèvres ont été réformées ou sont mortes au cours de l'étude. Ce fort pourcentage conduit à une perte d'informations non négligeable. En revanche, ce pourcentage est en accord avec le fort taux de renouvellement en élevage caprin (40 % des élevages ont un taux de réforme supérieur à 30 %, en région Nouvelle-Aquitaine) (Bossin et al. 2014).

d) Notation de la note d'état corporel

Chez les caprins, la note d'état corporel est composée de deux notes. La note au niveau du site lombaire est évaluée par palpation entre la deuxième et la cinquième vertèbre lombaire. Les repères anatomiques utilisés sont les apophyses épineuses, les apophyses transverses et les apophyses articulaires. La note au niveau du site sternal est évaluée en estimant le degré de remplissage du sternum par de la graisse. Les repères anatomiques utilisés sont les articulations chondrio-costales et chondrio-sternales, le sillon sternal et les dépressions latérales. Ces notes possèdent des échelles de 0 à 5. La note lombaire varie essentiellement en fonction du stade de lactation, elle est indépendante de l'âge. La note sternale varie en fonction du stade de lactation mais a également tendance à augmenter avec l'âge (Coutineau 1999). Dans notre étude, seule la note au niveau du site lombaire a été évaluée car la notation de l'état corporel de toutes les chèvres prélevées à chaque visite est chronophage. La note lombaire a été choisie au détriment de la note sternale car celle-ci varie également en fonction de l'âge des chèvres. Dans notre

étude, la majorité des chèvres sont en première, deuxième ou troisième lactation mais quelques-unes sont plus âgées. Il est donc important que les notes d'état corporel puissent être comparées chez toutes les chèvres de notre étude.

e) *Diagnostic coproscopique*

Dans cette étude, le diagnostic de strongyloïdose a été établi par coproscopie individuelle chez les chèvres adultes et par coproscopie de mélange chez les chevrettes. Le liquide de flottation utilisé était du sulfate de magnésium à la densité 1,26. Cependant d'après la littérature publiée, les liquides de flottation de densité élevée provoqueraient l'éclatement des œufs de *Strongyloides spp.* Les liquides de densité supérieur à 1,25 (Alzieu et al. 2011) ou supérieur à 1,30 (Alzieu et al. 2018) serait source de sous-estimation des œufs de *Strongyloides spp.* par coproscopie. La solution de NaCl saturée à 40 %, c'est-à-dire à la densité de 1,20, serait la plus indiquée pour le diagnostic de *Strongyloides spp.* (Alzieu, Dorchies 2015). Le tableau XII (Partie 1, V.) illustre la sous-estimation du nombre d'œufs de *Strongyloides spp.* par du sulfate de zinc à la densité 1,35 en comparaison de la méthode au sel à 1,20. Le sulfate de magnésium à 1,26 est-il source de sous-diagnostic de *Strongyloides spp.* par coproscopie ?

f) *Mise en place d'un traitement antiparasitaire*

Lors de cette étude, les éleveurs ont vraiment été surpris par la prévalence de *Strongyloides papillosus* obtenue au sein de leurs élevages. De plus, ils ont été habitués à mettre en place un traitement antiparasitaire dès lors que *Strongyloides papillosus* était identifié en coproscopie de mélange. C'est pour cette raison que 2 éleveurs sur 6 ont souhaité réaliser un traitement antiparasitaire. Ce traitement a été conseillé par le Dr Benoit Forestier du cabinet vétérinaire Meveto à Chiché, qui a l'habitude de conseiller de traiter toutes les chèvres avant la mise bas avec de l'Eprecis®, éprinomectine injectable, afin d'obtenir un bon début de lactation. Cette pratique, couramment mise en place, a comme retour de la part des éleveurs un meilleur début en lactation avec des chèvres qui produisent plus de lait. Cependant, rien ne prouve que cette augmentation de production laitière soit liée à l'élimination du parasite, car rien ne prouve qu'une chèvre qui excrète des œufs de *Strongyloides papillosus* soit une chèvre malade. Une étude cas témoin serait nécessaire.

L'Eprecis®, éprinomectine injectable, est préférée à l'Eprinex Multi®, éprinomectine pour-on, car il permet de s'affranchir de la variabilité due à la formulation pour-on (traitement de toutes les chèvres, léchage, dosage, etc.). La formulation pour-on a également plus d'impact sur la faune coprophage car elle est plus dosée en éprinomectine que la formulation injectable. L'avantage de ces deux produits est leur temps d'attente lait de 0 jour. L'utilisation de

l'Éprecis® pendant le tarissement peut être questionnée, en effet l'éprinomectine est la seule molécule avec un temps d'attente lait nul chez les caprins. Il semble raisonnable de conserver son utilisation pour les traitements en lactation.

Le résumé des caractéristiques du produit de l'Éprecis® ne mentionne pas *Strongyloides papillosus* dans les parasites sensibles à l'éprinomectine que ce soit chez les bovins ou les petits ruminants. Une notion de rémanence pour les strongles gastro-intestinaux est abordée pour les bovins uniquement et fait état de 7 ou 14 jours. Concernant l'éprinomectine par voie pour-on chez les caprins, des études font état d'une réduction d'excrétion fécale des strongles gastro-intestinaux supérieure à 95 % jusqu'à 28 jours à la dose de 1 mg/kg de poids vif et une réduction variable de 59,5 % à 91,6 % 14 jours après traitement à la dose de 0,5 mg/kg de poids vif (Couasnon et al. 2019).

Concernant la réalisation des traitements antiparasitaires à visée *Strongyloides papillosus* dans notre étude, trois traitements à base d'éprinomectine à la dose de 0,2 mg/kg par voie sous-cutanée (Éprecis®) ont été réalisés. Les scores de réduction d'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloides papillosus* atteignaient 68,9 % (sous-dosage), 93,8 % et 94,8 % 14 jours après traitement. Ils atteignaient 58,7 % (sous-dosage) et 93,8 % 21 jours après traitement. Ainsi le seuil de réduction d'excrétion fécale de 95 % n'a été atteint pour aucun des trois traitements. Il est à noter que des scores de réduction d'excrétion fécale atteignant 93,8 et 94,8 % restent très satisfaisants. De plus, l'éprinomectine à la dose de 0,2 mg/kg par voie sous-cutanée permet d'obtenir une réduction significative du nombre d'œufs de *Strongyloides papillosus* dans les matières fécales des chèvres, jusqu'à 21 jours post-traitement.

g) Excrétion fécale d'œufs de *Strongyloides papillosus* chez les chevrettes

Dans cette étude, des prélèvements de matières fécales ont également été réalisés dans les lots de chevrettes. Les matières fécales ont été récoltées directement après défécation par les chevrettes, en effet le simple fait d'être dans le lot de chevrettes déclenche pour certaines d'entre elles la défécation. Ce phénomène de « stress » a permis de s'affranchir de prélever des matières fécales directement dans le rectum des chevrettes. Ces prélèvements ont eu lieu dans tous les lots de chevrettes présents, à chaque visite. Lors de la première visite en juillet-août 2023, les chevrettes avaient entre 3 et 6 mois. Lors de la deuxième visite en octobre elles étaient âgées de 6 à 9 mois, puis en janvier de 10 à 12 mois. Enfin, lors de la quatrième visite en avril, les chevrettes prélevées n'étaient pas les mêmes que lors des trois visites précédentes, il s'agissait de la génération suivante. Lors de la quatrième visite, les chevrettes avaient entre 1 mois et demi et 3 mois et demi.

Ces prélèvements de matières fécales correspondent à des échantillons de mélange de matière fécale de chevrettes. Des coproscopies quantitatives ont été réalisées au laboratoire de

l'ANSES à Niort, selon le même protocole que décrit dans la partie matériel et méthode, à la différence qu'il s'agit de coproscopie de mélange et non individuelle.

Les résultats du suivi coproscopique des chevrettes lors des 4 visites sont visibles dans le tableau XXXVIII. Ces résultats montrent que les lots de chevrettes de l'élevage 2 excrètent des œufs de *Strongyloides papillosus* dans leur matière fécale lors des 4 visites. Cependant cette excrétion est faible, la moyenne d'excrétion varie de 25 opg en visite 4 à 125 opg en visite 3. Les lots de chevrettes de l'élevage 1, excrètent des *Strongyloides papillosus* lors de la deuxième, troisième et quatrième visite, à un faible niveau également car la moyenne d'excrétion varie de 25 opg (visite 2) à 100 opg (visite 3 et 4). Les lots de chevrettes de l'élevage 3 excrètent uniquement lors de la deuxième visite et la moyenne d'excrétion est de 50 opg. Les lots de chevrettes de l'élevage 6 excrètent uniquement en visite 3 et la moyenne d'excrétion est de 25 opg. Enfin les lots de chevrettes des élevages 4 et 5 n'excrètent jamais d'œufs de *Strongyloides papillosus* lors de ces quatre visites.

La cinétique d'excrétion de *Strongyloides papillosus* dans les matières fécales de chevrettes n'a pas été évaluée car les lots de chevrettes ont régulièrement été modifiés entre les différentes visites. Cependant, nous pouvons conclure à la vue de ces résultats que les chevrettes de notre étude excrètent très peu de *Strongyloides papillosus* dans leurs matières fécales. En effet, l'excrétion maximale relevée est uniquement de 150 opg. Cette observation va à l'encontre de ce qui est couramment décrit dans la littérature, à savoir que l'excrétion de *Strongyloides papillosus* est beaucoup plus élevée chez les jeunes animaux, de plus les signes cliniques sont préférentiellement présents chez les jeunes (Thamsborg et al. 2017). Chez les bovins, les signes cliniques sont préférentiellement présents chez les veaux de 1 à 3 mois d'âge (Alzieu et al. 2011). Les caprins quant à eux, seraient le plus sensible entre l'âge de 6 semaines et 6 mois (Pienaar et al. 1999).

Tableau XXXVIII : Résultats de l'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloides papillosus* chez les chevrettes dans les 6 élevages, pour les 4 visites.

Visite	Elevage	Excrétion de <i>Strongyloides papillosus</i> (opg)							
		Nombre de lot	Moyenne	Médiane	Ecart-type	Q1	Q3	Minimum	Maximum
1	1	1	0	0	/	0	0	0	0
	2	2	75	75	106	37,5	113	0	150
	3	2	0	0	0	0	0	0	0
	4	1	0	0	/	0	0	0	0
	5	3	0	0	0	0	0	0	0
	6	1	0	0	/	0	0	0	0
2	1	2	25	25	35,4	12,5	37,5	0	50
	2	3	33,3	50	28,9	25	50	0	50
	3	1	50	50	/	50	50	50	50
	4	1	0	0	/	0	0	0	0
	5	4	0	0	0	0	0	0	0
	6	2	0	0	0	0	0	0	0
3	1	1	100	100	/	100	100	100	100
	2	2	125	125	35,4	113	138	100	150
	3	2	0	0	0	0	0	0	0
	4	2	0	0	0	0	0	0	0
	5	2	0	0	0	0	0	0	0
	6	2	25	25	35,4	12,5	37,5	0	50
4	1	1	100	100	/	100	100	100	100
	2	2	25	25	35,4	12,5	37,5	0	50
	3	3	0	0	0	0	0	0	0
	4	1	0	0	/	0	0	0	0
	5	3	0	0	0	0	0	0	0
	6	2	0	0	0	0	0	0	0

3. Généralisation

Cette étude a porté sur 5 élevages conventionnels avec des chèvres élevées en bâtiment. Ce système d'élevage est le plus répandu chez les caprins dans l'Ouest de la France. Les résultats de cette étude sont sans doute généralisables à cette conduite d'élevage. Qu'en est-il des systèmes d'élevage reposant sur une conduite au pâturage ? Etant donné que *Strongyloides papillosus* est davantage considéré comme un parasite de bâtiment que de pâturage, il est légitime de se poser la question du parasitisme par *Strongyloides papillosus* chez des troupeaux conduits en extérieur. Cependant, en région Nouvelle-Aquitaine, les troupeaux conduits au pâturage sont également conduits en bâtiment à minima la nuit, voire la journée et la nuit certaines périodes de l'année. L'élevage 2 de cette étude était un élevage biologique avec une

conduite des caprins au pâturage au printemps puis en automne. Les résultats sont surprenants, en effet il s'agit de l'élevage pour lequel la prévalence de *Strongyloïdes papillosus* a été la plus élevée, 92 %, avec une moyenne d'excrétion de 1583 opg en visite 3 (presque 4 fois plus élevée que la moyenne d'excrétion maximale des autres élevages).

En revanche, qu'en est-il des troupeaux caprins très extensifs et élevés exclusivement au pâturage, dans certaines régions du monde ? Cette étude n'est pas généralisable à tous les systèmes d'élevage caprins, mais uniquement aux élevages conduits en bâtiment avec des pratiques d'élevage similaires aux éleveurs de cette étude. Cependant, la synthèse bibliographique concernant la prévalence de *Strongyloïdes papillosus* chez les caprins suggère que ce parasite est présent sur tous les continents que ce soit chez les caprins élevés en bâtiment ou en pâturage.

4. Perspectives

a) Perspectives de terrain

Cette étude est un premier travail de description de l'infestation par *Strongyloïdes papillosus* chez les caprins. Il ne s'agit pas d'un travail directement applicable sur le terrain car très peu de recommandations peuvent être formulées après ce travail descriptif. Ce travail permet néanmoins de documenter l'efficacité de l'éprinomectine à la dose de 0,2 mg/kg par voie sous-cutanée (Eprecis®) contre *Strongyloïdes papillosus* chez les caprins de 2 élevages.

b) Perspectives de recherche

Ce travail de description offre de nombreuses perspectives de recherches. Il semble nécessaire d'étudier l'impact de *Strongyloïdes papillosus* sur la clinique des chèvres et ainsi déterminer si ce parasite a un pouvoir pathogène chez les chèvres adultes. De même, il serait intéressant d'étudier l'impact de l'infestation par ce parasite sur la production laitière des chèvres. Pour cela, un essai randomisé avec des chèvres parasitées dans lequel deux lots seraient mis en place, un lot traité et un lot non traité, permettrait d'étudier l'impact du parasite sur la production laitière. Enfin, il apparaît nécessaire d'étudier la relation entre la charge parasitaire et l'excrétion fécale de *Strongyloïdes papillosus*, afin de pouvoir utiliser la coproscopie dans le cadre d'une décision de traitement. Traitement qui s'avère nécessaire uniquement si la strongyloïdose impacte cliniquement les caprins. Pour étudier la relation entre la charge parasitaire et l'excrétion fécale de *Strongyloïdes papillosus*, une étude alliant des coproscopies et des autopsies sur les mêmes caprins est nécessaire.

Conclusion

La prévalence intra-élevage de *Strongyloïdes papillosus* varie de 48 % à 92 % chez des chèvres laitières adultes. La prévalence intra-population au sein de 6 élevages atteint 67 %, en dehors de la mise en place d'un traitement antiparasitaire. La cinétique d'excrétion au cours du temps est variable d'un élevage à l'autre.

A l'échelle individuelle, 72 % des chèvres ont une cinétique d'excrétion inférieure à 500 œufs de *Strongyloïdes papillosus* par gramme de fèces au cours des quatre visites. Dans notre étude, les facteurs associés à une excrétion fécale plus élevée de *Strongyloïdes papillosus* sont la race alpine, une note d'état corporel inférieure à 2, et le fait d'être une chèvre primipare. Les facteurs liés à la production laitière ne sont quant à eux pas associés à l'excrétion fécale de *Strongyloïdes papillosus*.

L'éprinomectine à la dose de 0,2 mg/kg (Eprecis®) une à deux fois semble être efficace pour contrôler l'infestation par *Strongyloïdes papillosus* chez les caprins laitiers étudiés.

Il s'agit d'un premier travail de description de l'infestation par *Strongyloïdes papillosus* en élevage caprin laitier, de nombreuses pistes sont encore à explorer.



Bibliographie

AKKARI, H., GHARBI, M. et DARGHOUTH, M. A., 2012. Dynamics of infestation of tracers lambs by gastrointestinal helminths under a traditional management system in the North of Tunisia. *Parasite*. 1 novembre 2012. Vol. 19, n° 4, pp. 407-415. DOI 10.1051/parasite/2012194407.

ALZIEU, J.P., et DORCHIES, P., 2015. Le contexte strongyloïdose-coccidiose en élevage bovin. *Le Point Vétérinaire*. 2015. Vol. 46, n° 353, pp. 54-64.

ALZIEU, J.P., DORCHIES, P., RAMEIL, M., GOYEAU, K., BONADEI, M. et JACQUIET, PH., 2015. Les nématodoses des bovins en stabulation. *Journées nationales des GTV*. 2015. pp. 45-54.

ALZIEU, J.P., DORCHIES, P., RAMEIL, M., GOYEAU, K., BONADEI, M., PEREZ, L., DESCLAUX, X. et JACQUIET, PH., 2018. Dynamique d'infestation des veaux laitiers et allaitants par les coccidies et Strongyloïdes sp dans les conditions de terrain. Bilan de 4 années d'observation multicentrique en France. *Journées nationales GTV*. Nantes 2018. pp. 309-315.

ALZIEU, J.P., DORCHIES, P., LEGOUPIL, V., BOUTET, M., GOYEAU, K., FERRIER, T., BONADEI, M., RAMEIL, M. et JACQUIET, PH., 2011. Le parasitisme d'intérieur chez les bovins : actualités sur l'épidémiologie et les méthodes de diagnostic. *SNGTV* [en ligne]. 1 janvier 2011. [Consulté le 25 octobre 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www2.sngtv.org/article-bulletin/le-parasitisme-dinterieur-chez-les-bovins-actualites-sur-lepidemiologie-et-les-methodes-de-diagnostic/>

BABJAK, M., KÖNIGOVÁ, A., URDA-DOLINSKÁ, M. et VÁRADY, M., 2017. Gastrointestinal helminth infections of dairy goats in Slovakia. *Helminthologia*. 1 septembre 2017. Vol. 54. DOI 10.1515/helm-2017-0027.

BALICKA-RAMISZ, A, RAMISZ, G et ZYCHLIŃSKA-BUCZEK, J, 2013. The annual population dynamics of gastrointestinal nematodes in breeding sheep of the Silesian Foothills, southern Poland. *Annals of parasitology* [en ligne]. 2013. Vol. 59, n° 4. [Consulté le 17 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24791341/>

BAXENDELL, S.A., 1987. *The diagnosis of the diseases of goats*. Sydney : University of Sydney Post-Graduate Foundation in Veterinary Science. The T. G. Hungerford vade mecum series for domestic animals, no. 9. Series B, Differential diagnosis. ISBN 978-0-909973-52-0. 636.39/0896

BEUGNET, F., POLACK, B., et DANG, H., 2004. *Atlas de coproscopie*. Kaliaensis. ISBN 2-915758-02-6.

BONFOH, B., ZINSSTAG, J., ANKERS, P., PANGUI, L. J. et PFISTER, K., 1995. [Epidemiology of gastrointestinal nematodes in small ruminants in the plateau areas in Togo]. *Revue D'élevage Et De Médecine Vétérinaire Des Pays Tropicaux*. 1995. Vol. 48, n° 4, pp. 321-326.

BORGSTEEDE, F. H. M. et DERCKSEN, D. P., 1996. Coccidial and helminth infections in goats kept indoors in the Netherlands. *Veterinary Parasitology*. 1 février 1996. Vol. 61, n° 3, pp. 321-326. DOI 10.1016/0304-4017(95)00830-6.

BOSSIN, N., BESSONNET, S., ROUÉ, A., CHEMARIN, J., LE CARO, L., VERNEY, A., VINET, L., POUPIN, B. et BOUTIN, H., 2014. Améliorer la longévité des troupeaux caprins. INOSYS-réseaux d'élevage caprins Poitou-Charentes, Vendée, Maine et Loire et Bretagne. . décembre 2014.

BOWMAN, D. D., 2014. *Georgis' parasitology for veterinarians*. 10th edition. Elsevier. ISBN 978-1-4557-4006-2.

BRAGA, F. R., FERRAZ, C. M., DA SILVA, E. N., et DE ARAÚJO, J. V., 2020. Efficiency of the Bioverm® (*Duddingtonia flagrans*) fungal formulation to control in vivo and in vitro of *Haemonchus contortus* and *Strongyloides papillosus* in sheep. *3 Biotech*. février 2020. Vol. 10, n° 2, pp. 62. DOI 10.1007/s13205-019-2042-8.

BRUMPT, E., 1921. Recherches sur le déterminisme des sexes et de l'évolution des Anguillules parasites (*Strongyloides*). *Comptes rendus hebdomadaires des séances et mémoires de la Société de Biologie et de ses filiales* 85. 1921. pp. 149-152.

CERBO, A. R., Di, MANFREDI, M. T., ZANZANI, S., et STRADIOTTO, K., 2010. Gastrointestinal infection in goat farms in Lombardy (Northern Italy): Analysis on community and spatial distribution of parasites. *Small Ruminant Research*. 1 février 2010. Vol. 88, n° 2, pp. 102-112. DOI 10.1016/j.smallrumres.2009.12.017.

CHARLES, T. P., 1989. Seasonal Prevalence of Gastrointestinal] nematodes of goats in Pernambuco state, Brazil. *Veterinary Parasitology*. 1 mars 1989. Vol. 30, n° 4, pp. 335-343. DOI 10.1016/0304-4017(89)90103-9.

CHARTIER, C. et RECHE, B., 1992. Gastrointestinal helminths and lungworms of French dairy goats: Prevalence and geographical distribution in Poitou-Charentes. *Veterinary Research Communications*. 1 septembre 1992. Vol. 16, n° 5, pp. 327-335. DOI 10.1007/BF01839182.

COLES, G. C., JACKSON, F., POMROY, W. E., PRICHARD, R. K., VON SAMSON-HIMMELSTJERNA, G., SILVESTRE, A., TAYLOR, M. A. et VERCRUYSSSE, J., 2006. The detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Veterinary Parasitology*. 31 mars 2006. Vol. 136, n° 3-4, pp. 167-185. DOI 10.1016/j.vetpar.2005.11.019.

COUASNON, F., FRESNAY, E., PARAUD, C. et BRIDOUX, N., 2019. Action, efficacité et résistance à l'éprinomectine chez les petits ruminants. *Le Point Vétérinaire expert rural*. 1 septembre 2019. N° 398.

COUTINEAU, H., 1999. Appréciation de l'état corporel. 1ère partie : Fondements, intérêts, conditions. 2ème partie : Evaluation et interprétation. *Centre de ressources et de documentation caprine*. mars 1999.

DA SILVEIRA, W. F., DE OLIVEIRA, G. D., BRAGA, F. R., DE CARVALHO, L. M., DOMINGUES, R. R., DA SILVA, L. A., ZANUNCIO, J. C., et DE ARAÚJO, J. V., 2017. Predation rate of nematophagous fungi after passing through the gastrointestinal tract of goats. *Small Ruminant Research*. 1 janvier 2017. N° 147, pp. 101-105.

DEPLAZES, P., ECKERT, J., SAMSON-HIMMELSTJERNA, G. et ZAHNER, H., 2013. Lehrbuch der Parasitologie für die Tiermedizin. *Acta Veterinaria Hungarica*. 2013. Vol. 61, n° 1, pp. 639. DOI 10.1556/avet.2012.062.

DIMITRIJEVIĆ, B., BOROZAN, S., KATIĆ-RADIVOJEVIĆ, S., et STOJANOVIĆ, S., 2012. Effects of infection intensity with *Strongyloides papillosus* and albendazole treatment on development of oxidative/nitrosative stress in sheep. *Veterinary Parasitology*. 25 mai 2012. Vol. 186, n° 3, pp. 364-375. DOI 10.1016/j.vetpar.2011.11.017.

DOMKE, A. V. M., CHARTIER, C., GJERDE, B., LEINE, N., VATN, S. et STUEN, S., 2013. Prevalence of gastrointestinal helminths, lungworms and liver fluke in sheep and goats in Norway. *Veterinary Parasitology*. 1 mai 2013. Vol. 194, n° 1, pp. 40-48. DOI 10.1016/j.vetpar.2012.12.023.

DORCHIES, P., 2010. *Toxocara Vitulorum* et *Strongyloides papillosus* : des ennemis du très jeune veau. *Bulletin des GTV*. 2010. N° 52, pp. 55-62.

DORCHIES, P., DUNCAN, J., LOSSON, B. et ALZIEU, J.P., 2012. *Vade-mecum de parasitologie clinique des bovins*. Med'com. ISBN 978-2-35403-079-7.

EBERHARDT, A. G., MAYER, W. E., BONFOH, B. et STREIT, A., 2008. The *Strongyloides* (Nematoda) of sheep and the predominant *Strongyloides* of cattle form at least two different, genetically isolated populations. *Veterinary Parasitology*. 20 octobre 2008. Vol. 157, n° 1-2, pp. 89-99. DOI 10.1016/j.vetpar.2008.07.019.

EBERHARDT, A. G., MAYER, W. E. et STREIT, A., 2007. The free-living generation of the nematode *Strongyloides papillosus* undergoes sexual reproduction. *International Journal for Parasitology*. 1 juillet 2007. Vol. 37, n° 8, pp. 989-1000. DOI 10.1016/j.ijpara.2007.01.010.

FORRESTER, D. J., TAYLOR, W. JAPE et NAIR, K. P. C., 1974. STRONGYLOIDOSIS IN CAPTIVE WHITE-TAILED DEER 1. *Journal of Wildlife Diseases*. 1 janvier 1974. Vol. 10, n° 1, pp. 11-17. DOI 10.7589/0090-3558-10.1.11.

GAUSE, W. C., URBAN, J. F. et STADECKER, M. J., 2003. The immune response to parasitic helminths: insights from murine models. *Trends in Immunology*. mai 2003. Vol. 24, n° 5, pp. 269-277. DOI 10.1016/s1471-4906(03)00101-7.

GONÇALVES, A. L. R., RODRIGUES, R. M., SILVA, N. M., GONÇALVES, F. A., CARDOSO, C. R., BELETTI, M. E., UETA, M. T., SILVA, J. S. et COSTA-CRUZ, J. M., 2008. Immunolocalization and pathological alterations following *Strongyloides venezuelensis* infection in the lungs and the intestine of MHC class I or II deficient mice. *Veterinary Parasitology*. 20 décembre 2008. Vol. 158, n° 4, pp. 319-328. DOI 10.1016/j.vetpar.2008.09.023.

GUERIN, D., 2017. Température des litières – 17 février 2017. *GDS Creuse* [en ligne]. 15 février 2017. [Consulté le 17 juillet 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.gdscreuse.fr/?p=5187>

JÄGER, M., GAULY, M., BAUER, C., FAILING, K., ERHARDT, G. et ZAHNER, H., 2005. Endoparasites in calves of beef cattle herds: management systems dependent and genetic influences. *Veterinary Parasitology*. 10 août 2005. Vol. 131, n° 3-4, pp. 173-191. DOI 10.1016/j.vetpar.2005.05.014.

- KHALAFALLA, R., ELSEIFY, M. et ELBAHY, N., 2010. Seasonal prevalence of gastrointestinal nematode parasites of sheep in Northern region of Nile Delta, Egypt. *Parasitology research*. 1 octobre 2010. Vol. 108, pp. 337-40. DOI 10.1007/s00436-010-2066-9.
- LIANOU, D.T., ARSENOPOULOS, K., MICHAEL, C.K., MAVROGIANNI, V.S., PAPADOPOULOS, E. et FTHENAKIS, G.C., 2023. Dairy goats helminthosis and its potential predictors in Greece: Findings from an extensive countrywide study. *Veterinary Parasitology*. août 2023. Vol. 320, pp. 109962. DOI 10.1016/j.vetpar.2023.109962.
- MAHIEU, M., ARQUET, R. et MARIE-MAGDELEINE, C., 2018. Effectiveness of several anthelmintics to control a *Strongyloides* sp. outbreak in Creole-de-Guadeloupe male kids aged 7 months. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*. 1 août 2018. Vol. 13, pp. 224-227. DOI 10.1016/j.vprsr.2018.07.006.
- MAIGRET, C., 2023. CHIFFRES CLÉS CAPRINS 2023. *Institut de l'Élevage* [en ligne]. 11 septembre 2023. [Consulté le 25 juillet 2024]. Disponible à l'adresse : <https://idele.fr/detail-article/chiffres-cles-caprins-2023>
- MAKOVCOVÁ, K., LANGROVÁ, I., VADLEJCH, J., JANKOVSKÁ, I., LYTVYNETS, A. et BORKOVCOVÁ, M., 2008. Linear distribution of nematodes in the gastrointestinal tract of tracer lambs. *Parasitology Research*. décembre 2008. Vol. 104, n° 1, pp. 123-126. DOI 10.1007/s00436-008-1169-z.
- MARLEY, S. E., ILLYES, E. F., KELLER, D. S., MEINERT, T. R., LOGAN, N. B., HENDRICKX, M. O. et CONDER, G. A., 1999. Efficacy of topically administered doramectin against eyeworms, lungworms, and gastrointestinal nematodes of cattle. *American Journal of Veterinary Research*. juin 1999. Vol. 60, n° 6, pp. 665-668.
- MAT YUSOF, A. et MD ISA, M. L., 2016. Prevalence of gastrointestinal nematodiasis and coccidiosis in goats from three selected farms in Terengganu, Malaysia. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 1 septembre 2016. Vol. 6, n° 9, pp. 735-739. DOI 10.1016/j.apjtb.2016.07.001.
- MAURER, V., 2022. RELACS, *Duddingtonia flagrans*: biocontrol fungus for reducing the use of anthelmintics. *Research Institute of Organic Agriculture (FiBL)*. 2022.
- MPOFU, T. J., NEPHAWA, K. A. et MTILENI, B., 2020. Prevalence of gastrointestinal parasites in communal goats from different agro-ecological zones of South Africa. *Veterinary World*. janvier 2020. Vol. 13, n° 1, pp. 26-32. DOI 10.14202/vetworld.2020.26-32.
- NAKAMURA, Y., Ooba, C. et HIROSE, H., 1998. Recovery from arrhythmias in lambs infected with *Strongyloides papillosus* following worm elimination. *Journal of Helminthology*. mars 1998. Vol. 72, n° 1, pp. 43-46. DOI 10.1017/s0022149x00000961.
- NAKAMURA, Y., TSUJI, N., TAIRA, N. et HIROSE, H., 1994. Parasitic females of *Strongyloides papillosus* as a pathogenetic stage for sudden cardiac death in infected lambs. *The Journal of Veterinary Medical Science*. août 1994. Vol. 56, n° 4, pp. 723-727. DOI 10.1292/jvms.56.723.
- NWAORGU, O. C., 1983. The development of the free-living stages of *Strongyloides papillosus*: I. Effect of temperature on the development of the heterogonic and homogenic

nematodes in faecal culture. *Veterinary Parasitology*. 1 octobre 1983. Vol. 13, n° 3, pp. 213-223. DOI 10.1016/0304-4017(83)90058-4.

NWAORGU, O. C. et ONYALI, I. O., 1990. Strongyloides papillosus: prenatal and transmammary infection in ewes. *Revue D'élevage Et De Médecine Vétérinaire Des Pays Tropicaux*. 1990. Vol. 43, n° 4, pp. 503-504.

ONAH, D. N. et NAWA, Y., 2000. Mucosal immunity against parasitic gastrointestinal nematodes. *The Korean Journal of Parasitology*. décembre 2000. Vol. 38, n° 4, pp. 209-236. DOI 10.3347/kjp.2000.38.4.209.

PANDEY, V. S., NDAO, M. et KUMAR, V., 1994. Seasonal prevalence of gastrointestinal nematodes in communal land goats from the highveld of Zimbabwe. *Veterinary Parasitology*. 1 février 1994. Vol. 51, n° 3, pp. 241-248. DOI 10.1016/0304-4017(94)90161-9.

PIENAAR, J. G., BASSON, P. A., DU PLESSIS, J. L., COLLINS, H. M., NAUDE, T. W., BOYAZOGLU, P. A., BOOMKER, J., REYERS, F. et PIENAAR, W. L., 1999. Experimental studies with Strongyloides papillosus in goats. *The Onderstepoort Journal of Veterinary Research*. septembre 1999. Vol. 66, n° 3, pp. 191-235.

PILARCZYK, B., TOMZA-MARCINIAK, A., PILARCZYK, R., BOMBIK, E., SEREMAK, B., UDAŁA, J. et SADOWSKA, N., 2021. A Comparison of the Prevalence of the Parasites of the Digestive Tract in Goats from Organic and Conventional Farms. *Animals*. septembre 2021. Vol. 11, n° 9, pp. 2581. DOI 10.3390/ani11092581.

PINN, T. L., FORRESTAL, A. M., DUHAMEL, G. E., CROUCH, E. E., THOMPSON, B. S. et LEJEUNE, M., 2021. Strongyloides papillosus causes sudden death in weaned calves on New York dairies. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 9 décembre 2021. pp. 1-7. DOI 10.2460/javma.21.09.0424.

PREMVATI, 1963. Effect of temperature on the development of free-living adults of Strongyloides papillosus (Wedl, 1856). *Parasitology*. novembre 1963. Vol. 53, n° 3-4, pp. 483-489. DOI 10.1017/S0031182000073935.

RANJAN, S. et DELAY, R., 2004. Therapeutic and persistent efficacy of moxidectin 1% nonaqueous injectable formulation against natural and experimentally induced lung and gastrointestinal nematodes in cattle. *Veterinary Parasitology*. 15 avril 2004. Vol. 120, n° 4, pp. 305-317. DOI 10.1016/j.vetpar.2004.01.017.

REBOLLO, C. D. E., TAIRA, N., URA, S., et WILLIAMS, J. C., 2003. Larvicidal effects of several chemicals on Strongyloides infective larvae. *Veterinary Parasitology*. 1 décembre 2003. Vol. 118, n° 1, pp. 165-168. DOI 10.1016/j.vetpar.2003.08.009.

ROMERO, A., GARCÍA, J. A., CASTELLS, D., GAYO, V. et DUTRA QUINTELA, F., 2022. Strongyloidiasis (Strongyloides papillosus) in lambs in Uruguay. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*. 1 juin 2022. Vol. 31, pp. 100737. DOI 10.1016/j.vprsr.2022.100737.

ROSTANG, A., 2016. *Présentation « Bien prescrire en élevage caprin ». Groupements techniques vétérinaires des Deux-Sèvres*. 2016.

ROSTANG, A. et PUYT, J.D., 2024. *Polycopié Antiparasitaires internes. Unité d'enseignement 278, Pharmacologie des antibiotiques, antiparasitaires et antifongiques. Année scolaire 2024-2025.*

ROUND, M. C., 1963. Observations on Strongyloides Papillosus Infection: The Treatment of Heavy Naturally Acquired Infections of Sheep in Kenya. *British Veterinary Journal*. 1 juin 1963. Vol. 119, n° 6, pp. 253-262. DOI 10.1016/S0007-1935(17)42352-9.

SMITH, M. C. et SHERMAN, D. M., 2009. *Goat Medicine, second edition*. second edition. Wiley-Blackwell. ISBN 0-7817-9643-1.

SOROKOVA, S., YEVSTAFIEVA, V., SHCHEBENTOVSKA, O., BARABOLIA, O. et SUPRUNENKO, K., 2021. Pathohistological changes in the intestine, lungs and liver of sheep with spontaneous strongyloidiasis. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 3 juin 2021. Vol. 12, pp. 341-345. DOI 10.15421/022146.

TAIRA, N., NAKAMURA, Y., TSUJI, N., KUBO, M. et URA, S., 1992. Sudden death of calves by experimental infection with Strongyloides papillosus. I. Parasitological observations. *Veterinary Parasitology*. 1 mai 1992. Vol. 42, n° 3, pp. 247-256. DOI 10.1016/0304-4017(92)90066-I.

TAIRA, N. et URA, S., 1991. Sudden death in calves associated with Strongyloides papillosus infection. *Veterinary Parasitology*. 1 août 1991. Vol. 39, n° 3, pp. 313-319. DOI 10.1016/0304-4017(91)90048-Z.

TASSI, P., BARTH, D. et GROSS, S. J., 1990. The efficacy of ivermectin against Strongyloides papillosus in cattle. *Parassitologia*. décembre 1990. Vol. 32, n° 3, pp. 347-352.

THAMSBORG, S. M., KETZIS, J., HORII, Y. et MATTHEWS, J. B., 2017. Strongyloides spp. infections of veterinary importance. *Parasitology*. mars 2017. Vol. 144, n° 3, pp. 274-284. DOI 10.1017/S0031182016001116.

TOMA, B., DUFOUR, B., SANAA, M., BÉNET, J. J., SHAW, A., MOUTOU, F. et LOUZÀ, A., 2008. *Epidémiologie appliquée à la lutte collective contre les maladies animales transmissibles majeures*. deuxième édition. AEEMA.

TRIANANTAPHYLLOU, A. C. et MONCOL, D. J., 1977. Cytology, reproduction, and sex determination of Strongyloides ransomi and S. papillosus. *The Journal of Parasitology*. décembre 1977. Vol. 63, n° 6, pp. 961-973.

TUMUSIIME, M., NDAYISENGA, F. et NTAMPAKA, P., 2022. Prevalence of Gastrointestinal Nematodes, Cestodes, and Protozoans of Goats in Nyagatare District, Rwanda. *Veterinary Medicine: Research and Reports*. 19 décembre 2022. Vol. 13, pp. 339-349. DOI 10.2147/VMRR.S389336.

TURNER, J. H., 1959. Experimental Strongyloidiasis in sheep and goats. I. Single infections. *American Journal of Veterinary Research*. janvier 1959. pp. 102-110.

TURNER, J. H., SHALKOP, W. T. et WILSON, G. I., 1960. Experimental strongyloidiasis in sheep and goats. IV. Migration of Strongyloides papillosus in lambs and accompanying pathologic changes following percutaneous infection. *American Journal of Veterinary Research*. juillet 1960. Vol. 21, pp. 536-546.

VINEY, M. E et LOK, J. B, 2015. The biology of Strongyloides spp. *Wormbook*. 16 juillet 2015. pp. 1-17. DOI 10.1895/wormbook.1.141.2.

WUTHIJAREE, K., TATSAPONG, P. et LAMBERTZ, C., 2022. The Prevalence of Intestinal Parasite Infections in Goats from Smallholder Farms in Northern Thailand. *Helminthologia*. 4 mai 2022. Vol. 59, n° 1, pp. 64-73. DOI 10.2478/helm-2022-0007.

ZAFFAGNINI, F., 1973. Parthenogenesis in the parasitic and free-living forms of *Strongyloides papillosus* (Nematoda, Rhabdiasoidea). *Chromosoma*. 1 décembre 1973. Vol. 40, n° 4, pp. 443-450. DOI 10.1007/BF00399433.

ZANZANI, S. A., GAZZONIS, A. L., OLIVIERI, E., VILLA, L., FRAQUELLI, C. et MANFREDI, M. T., 2019. Gastrointestinal Nematodes of Goats: Host–parasite Relationship Differences in Breeds at Summer Mountain Pasture in Northern Italy. *Journal of Veterinary Research*. 19 décembre 2019. Vol. 63, n° 4, pp. 519-526. DOI 10.2478/jvetres-2019-0076.

Annexes



ENGAGEMENT CONTRACTUEL

Projet STRONGYCAP : épidémiologie de l'infestation par Strongyloïdes chez la chèvre

Entre l'Anses – Laboratoire de Ploufragan-Plouzané-Niort, site de Niort, 60 Rue de Pied-De-Fond, CS28440, 79024 NIORT et La Clinique Vétérinaire MEVETO, 2 Rue des Lilas, 79350 CHICHE

Et l'éleveur :

Nom :	Prénom :
Représentant de l'établissement (GAEC, EARL...) :	
Adresse :	
.....	
Numéro EDE :	
Numéro de téléphone :	

L'éleveur, désigné ci-dessus, reconnaît avoir été informé que l'Anses, représentée par son directeur général, est responsable d'un traitement de données à caractère personnel destiné au projet STRONGYCAP visant à décrire l'épidémiologie de l'infestation par Strongyloïdes chez la chèvre. Le délégué à la protection des données est la directrice des affaires juridiques (saisinedaj@anses.fr). Les données sont conservées pour une durée de 12 mois. Conformément aux dispositions du Règlement (UE) 2016/679 relatif à la protection des personnes physiques à l'égard du traitement des données à caractère personnel et à la libre circulation de ces données (RGPD) et de la loi « informatique et libertés » du 6 janvier 1978 modifiée, vous disposez d'un droit d'accès, de rectification, de limitation et dans certains cas d'effacement relatifs aux informations qui vous concernent. Vous pouvez également, pour des motifs légitimes, vous opposer au traitement des données vous concernant. Vous pouvez accéder aux informations vous concernant en vous adressant à Anses – Laboratoire de Ploufragan-Plouzané-Niort, site de Niort, Dr Carine PARAUD, par voie postale ou par courriel (info.niort.pber@anses.fr).

En retour, l'Anses Laboratoire de Ploufragan-Plouzané-Niort, site de Niort s'engage à assurer l'anonymat de l'origine des données dans toutes les publications ou les communications reposant sur les résultats de l'étude et à communiquer à l'éleveur les résultats des analyses le concernant, ainsi qu'une synthèse globale des résultats de l'étude.

Fait à..... Le.....

Signature de l'éleveur

Pour l'Anses – Laboratoire de Ploufragan-Plouzané-Niort
et pour la Clinique Vétérinaire MEVETO

Annexe 1 : Document d'engagement contractuel signé par l'éleveur ainsi que par un représentant de l'ANSES Laboratoire de Niort.

Fiche commémoratifs – Elevage

Nom de l'évaluateur : Date :

N° d'élevage :

Regarder le Bilan Sanitaire pour savoir quelles pathologies sont présentes dans l'élevage :

Avant sevrage	
Post-sevrage (chevrettes 2-12 mois)	
Adultes (> 12mois)	

Autopsie : est-ce que des autopsies sont réalisées ? Si oui, sur quels animaux ?

Pathologies mis en évidence ? Sur chevrettes ?

Sur chèvres en lactation ?

Protocoles vaccinaux : (surtout paratuberculose)

Sur chevrettes :

Primipares :

Multipares :

Conduite d'élevage : Combien de lot ?

Combien de chèvres par lot ?

Comment évolue les lots ?

Niveau de production : PL moyenne par chèvre/jour : TB : TP :

Si pas de contrôle laitier : litrage collecte : nb de jour de collecte :

Nb de chèvres en lactation : → PL moyenne par chèvre :

Bâtiment : Orientation du bâtiment : Type de ventilation :

Surface : nb de caprins : Densité :

Annexe 2 : Document pour renseignement des pratiques d'élevage ; page 1.

Parasitologie :

Pour chaque lot d'animaux (chevrettes pré sevrage ; chevrettes post-sevrage ; lactation classique ; lactation longue)

Date de traitement			
Comment la décision de traiter est-elle prise ?	<ul style="list-style-type: none">- Traitement systématique- Sur la base de résultats d'analyses : Coproscopie ? sur combien d'animaux ? A quelle date ?- Sur la base de l'observation de l'état général des animaux- Sur la base de l'observation de signes cliniques- Autres ?	<ul style="list-style-type: none">- Systématique- Sur résultats : coproscopie ?- Etat général des animaux- SC	<ul style="list-style-type: none">- Systématique- Sur résultats : coproscopie ?- Etat général des animaux- SC
But recherché avec ce traitement			
Molécule			
Spectre d'activité de la molécule			
Rémanence			
Formulation	Pour on / injectable / voie orale	Pour on / injectable / voie orale	Pour on / injectable / voie orale
Modalités d'application	<ul style="list-style-type: none">- Traitement collectif de tout le lot- Traitement sélectif : critères de choix ?	Traitement collectif de tout le lot Traitement sélectif : critères de choix ?	Traitement collectif de tout le lot Traitement sélectif : critères de choix ?

Annexe 3 : Document pour renseignement des pratiques d'élevage ; page 2.

Fiche commémoratifs – Lots

Nom de l'évaluateur : Date :

N° d'élevage :

Lot n°			
Effectif			
Date MB			
Saisonné/désaisonné			
Primipare/Multipare			
En lactation/Tarie			
Lactation longue			
Litière			
Date de dernier curage			
Mesure température litière ?			
Alimentation			
Pâturage ? nb d'heure/j			
Fourrage (composition)			
Nb de repas/j			
Concentré (composition)			
Nb de repas concentré/j			
Distribution en salle de traite ?			
Parasitologie			
Date dernière copro (mélange/individuel)			
Pourquoi ?			
Résultats			

Annexe 4 : Document pour renseignement de la gestion des lots ; page 1.

Dernier traitement antiparasitaire mis en place : Molécule			
Date de traitement			
Voie d'administration			
Collectif/sélectif			

Chevrettes :

Lot n°		
Effectif		
Réallotement (quand ? pourquoi ? en fonction du poids ?)		
Retard de croissance observé ?		
Diarrhée observée ?		
Date naissance		
Date de sevrage		
Litière		
Date de dernier curage		
Mesure température litière ?		
Alimentation		
Pâturage ? nb d'heure/j		
Fourrage (composition)		
Nb de repas/j		
Concentré (composition)		
Nb de repas concentré/j		

Annexe 5 : Document pour renseignement de la gestion des lots ; page 2.

Parasitologie		
Date dernière copro (mélange/individuel)		
Pourquoi ?		
Résultats		
Dernier traitement antiparasitaire mis en place : Molécule		
Date de traitement		
Voie d'administration		
Collectif/sélectif		

Annexe 6 : Document pour renseignement de la gestion des lots ; page 3.

Fiche commémoratifs/Examens – Individuel

Nom de l'évaluateur : Date :

N° d'élevage :

Identification du lot :

	N° identification chèvre	Date de mise bas	Niveau de production laitière (si CLO)	NEC (site lombaire)	Consistance matière fécale (au labo)	Autres (SC)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

Annexe 7 : Document pour renseignement individuel des caprins prélevés.

Élevage 2	Excrétion de <i>Strongyloïdes papillosus</i> (opg)			Réduction d'excrétion fécale (en %)	
	Pré-traitement 16/01/2024	14 jours post- traitement 31/01/2024	21 jours post- traitement 07/02/2024	A 14 jours	A 21 jours
01583	1750	50	150	97,1	91,4
01647	600	0	600	100	0
11058	250	150	200	40	20
11091	1450	750	600	48,3	58,6
11101	300	0	50	100	83,3
11312	500	250	150	50	70
11381	300	150	250	50	16,7
11421	150	0	0	100	100
11436	750	450	600	40	20
11480	2150	0	0	100	100
20039	250	100	100	60	60
20045	400	300	150	25	62,5
20049	1550	150	450	90,3	71
20065	18050	1700	Morte	90,6	/
20066	850	100	0	88,2	100
20088	2050	700	650	65,9	68,3
21170	400	0	50	100	87,5
21218	Non prélevée	0	0	/	/
21317	1150	50	0	95,6	100
21323	4750	0	0	100	100
21332	600	Non prélevée	0	/	100
21415	2500	1450	1450	42	42
50145	100	50	0	50	100
62001	Non prélevée	0	0	/	/
81058	50	0	0	100	100
81134	0	0	0	/	/
FR361790-20032	0	50	0	0	0
FR362341-20032	250	200	600	20	0
Bilan	Moyenne d'excrétion fécale 1715 opg	Moyenne d'excrétion fécale 391 opg	Moyenne d'excrétion fécale 403 opg	Moyenne de réduction d'excrétion fécale 68,9 %	Moyenne de réduction d'excrétion fécale 58,7 %

Annexe 8 : Résultats d'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus* pré et post-traitement du 17/01/2024, élevage 2.

Elevage 2	Excrétion de <i>Strongyloides papillosus</i> (opg)		Réduction d'excrétion fécale (en %)
	Pré-traitement 14/02/2024	Post-traitement 28/02/2024	
01583	150	0	100
11091	600	200	66
11381	250	0	100
11436	600	0	100
20039	100	0	100
20045	150	0	100
20088	650	0	100
FR362341-20032	600	50	92
Bilan	Moyenne d'excrétion fécale 387,5 opg	Moyenne d'excrétion fécale 31,25 opg	Moyenne de réduction d'excrétion fécale 94,8 %

Annexe 9 : Résultats d'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloides papillosus* pré et post-traitement du 14/02/2024, élevage 2.

Elevage 4	Excrétion de <i>Strongyloides papillosus</i> (opg)			Réduction d'excrétion fécale (en %)	
	Numéro de la chèvre prélevée	Pré-traitement 23/01/2024	14 jours post-traitement 12/02/2024	21 jours post-traitement 21/02/2024	A 14 jours
01008	250	850	450	0	0
01025	900	/	/	/	/
01044	1100	850	650	23	41
01078	250	350	100	0	60
01114	300	400	150	0	50
01117	150	250	200	0	0
01137	50	50	50	0	0
11068	300	400	250	0	17
11087	450	400	500	11	0
11132	150	100	Morte	33	/
11148	300	250	100	17	33
21020	200	200	100	0	50
21071	50	150	100	0	0
21072	150	350	400	0	0
21086	250	200	250	0	0
21100	50	200	50	0	0
21110	100	150	150	0	0
50117	0	0	0	0	0
71047	50	Réforme	Réforme	/	/
81012	0	0	0	0	0
81046	0	0	/	0	/
91009	100	/	/	/	/
91047	0	0	0	0	0
91049	0	0	0	0	0
91069	/	0	0	/	/
91072	0	0	100	0	0
91116	50	0	0	100	100
Bilan	Moyenne d'excrétion fécale 200 opg	Moyenne d'excrétion fécale 214,6 opg	Moyenne d'excrétion fécale 163,6 opg	Moyenne de réduction d'excrétion fécale 8 %	Moyenne de réduction d'excrétion fécale 16,7 %

Annexe 10 : Résultats d'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloides papillosus* pré et post-cure de complément alimentaire, élevage 4.

Elevage 5	Pré- traitement (20/12/2023)	14 jours post- traitement (02/01/2024)	21 jours post- traitement (09/01/2024)	Réduction d'excrétion fécale à 14 et 21 jours post- traitement (%)
Lots (numéro des chèvres prélevées)	Excrétion de <i>Strongyloïdes papillosus</i> (opg)			
Lactations longues (01035 ; 11012 ; 11021 ; 11111 ; 71325)	450	0	0	100
Saillies naturelles (01107 ; 01135 ; 11095 ; 21008 ; 81027)	200	0	0	100
Insémination artificielle (1 chevreau prévu) (01109 ; 01126 ; 11056 ; 21059 ; 81012)	300	0	0	100
Insémination artificielle (3 chevreaux prévus) (11127 ; 21036 ; 21040 ; 21102 ; 91150)	200	50	50	75
Bilan	Moyenne d'excrétion fécale 287,5 opg	Moyenne d'excrétion fécale 12,5 opg	Moyenne d'excrétion fécale 12,5 opg	Moyenne de réduction d'excrétion fécale 93,8 %

Annexe 11 : Résultats d'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloïdes papillosus* par coproscopie de mélange, pré et post traitement antiparasitaire du 20/12/2023, élevage 5.

Marine PIRIOU

ÉPIDÉMIOLOGIE DE L'INFESTATION PAR STRONGYLOÏDES PAPILLOSUS CHEZ LA CHÈVRE LAITIÈRE ADULTE

EPIDEMIOLOGY OF STRONGYLOIDES PAPILLOSUS INFESTATION IN ADULT DAIRY GOATS

Thèse d'État de Doctorat Vétérinaire : Nantes, le 14 novembre 2024

RÉSUMÉ :

Ce travail de thèse est le premier travail de description de l'infestation par *Strongyloides papillosus* chez la chèvre laitière adulte. La première partie décrit les données bibliographiques de l'infestation par *Strongyloides papillosus* chez les ruminants, bovins, ovins et caprins. La seconde partie concerne une étude expérimentale menée dans 6 élevages de chèvres laitières dans le département des Deux-Sèvres. Il s'agit d'un suivi coproscopique mené sur 10 mois. Cette partie expérimentale a pour objectif de décrire l'excrétion fécale et la cinétique d'excrétion d'œufs de *Strongyloides papillosus* à l'échelle des élevages et à l'échelle individuelle. Ainsi que de déterminer des facteurs de variations de l'excrétion fécale d'œufs de *Strongyloides papillosus*.

MOTS CLÉS :

- Épidémiologie
- Parasitologie
- Coproscopie
- Chèvre laitière
- *Strongyloides papillosus*

DATE DE SOUTENANCE : 14 novembre 2024